

VISIT...

LANZAROTE
Caliente.COM

тий применяют по возможности простые решения: подшивки из досок, из фанеры по деревянным балкам. В террасах, обдуваемых наружным воздухом, в чердачных перекрытиях нет необходимости. Крыши веранд и террас аналогичны принятым для здания. При переломах формы крыши (рис. X.3) должны обеспечиваться требования к уклонам, допустимым для принятого материала кровли.

При строительстве детских садов, яслей и т. п. веранды делают капитальными, из материалов, принятых для здания. Их выполняют каркасными в один-два этажа и более с колоннами как деревянными, так и кирпичными или железобетонными. Остекление веранд одинарное.

Перед входной дверью в малоэтажное здание всегда располагается площадка перед входом, на которую ведут три-четыре ступени, так как уровень пола жилых зданий всегда превышает уровень спланированной

земли на 300...600 мм. Площадка и частично ступени обычно ограждаются из'Весом с поддерживающими его стойками или кронштейнами. Все эти элементы, вместе взятые, составляют крыльцо 3 дома (см. рис. X. 1, e). Конструкция навеса тождественна конструкции террасы. Конструкции входных площадок и лестниц показаны на рис. X.4.

В малоэтажных зданиях, строящихся в большинстве климатических районов страны, устраивают входные тамбуры. Так называют проходное пространство (шлюз) между наружной и внутренней дверьми. Тамбуры устраивают как внутри помещений за наружной стеной, так и в виде пристроек к зданию. В первом случае его выгораживают перегородками или внутренними стенами. Во втором — ограждают глухими или остекленными наружными стенами, такими же, как стены здания. Глубина тамбура между дверьми не менее 1,2... 1,4 м.

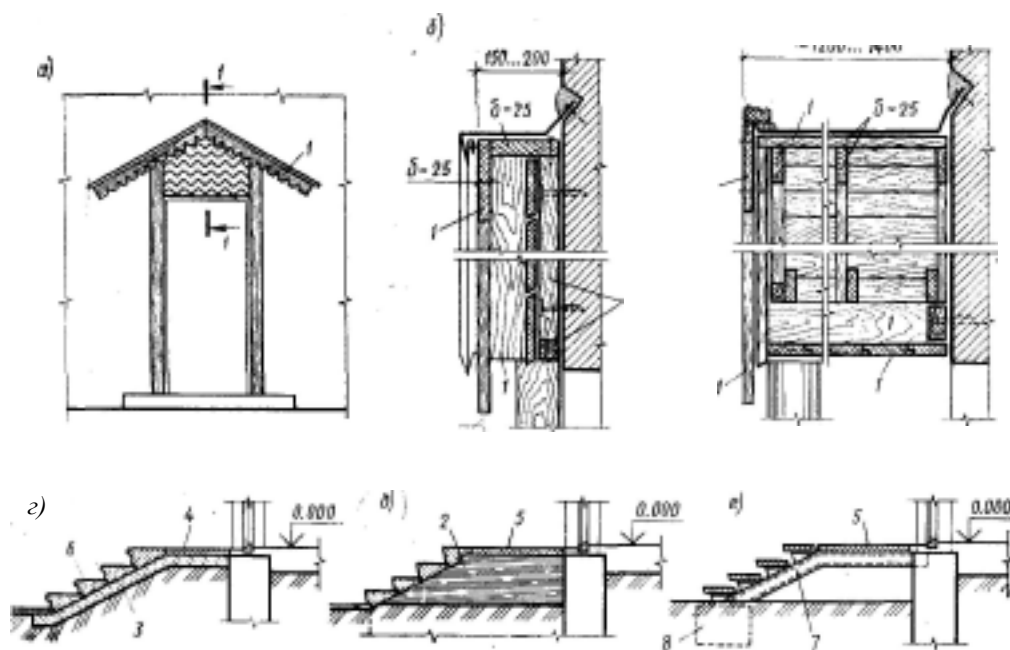


Рис X.4. Крыльцо:

"а—крыльцо —входная площадка; б, в — варианты навеса (наличника) деревянного крыльца (сеч. /—/); г — вход из сборных железобетонных ступеней по грунту; д — то же, по кирпичным стенкам; е — то же, по металлическим косоурам; /—доски; 2 — кирпичная стенка; 3 — бетонная подготовка; 4 — бетонный пол; 5 — железобетонные плиты; 6 — бетонная сборная (или набивная) ступень с зажатой поверхностью; 7 — стальной гнутый косоур; 8 — столбчатый фундамент

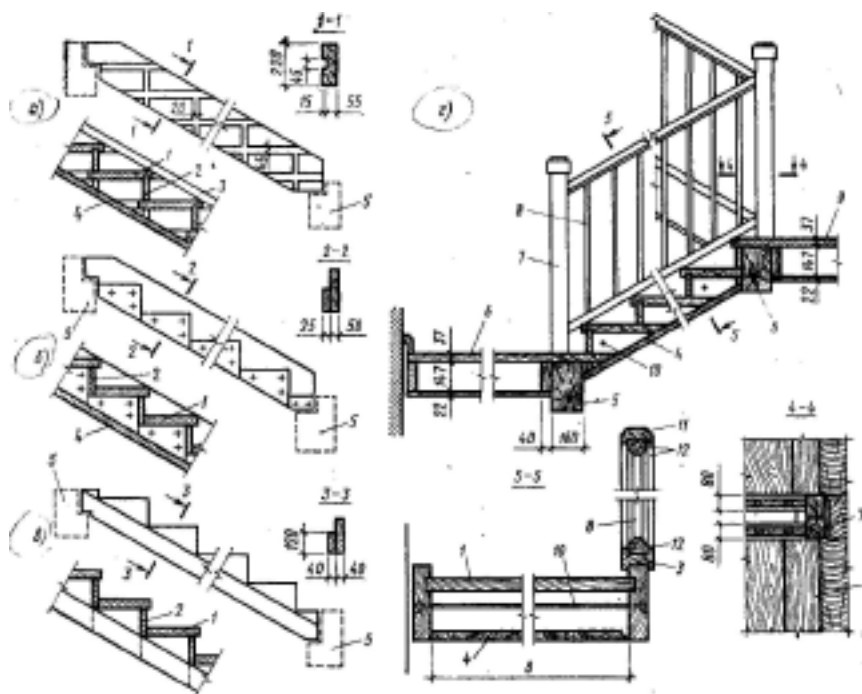


Рис. X.5. Деревянные лестницы:

a — на тетивах с врезками; *б* — то же, с прибоинами; *в* — на косоурах; *г* — разрез лестницы на тетивах с врезками; *д* — проступи; *2* — подступенок; *3* — обвязка; *4* — подшивки; *5* — балка площадки; *6* — междустяжная площадка; *7* — стойка ограждения; *8* — баласина; *9* — этажная площадка; *10* — стяжной болт; *11* — поручень; *12* — раскладка

Х.2. Внутренние деревянные лестницы

Согласно СНиП 2.08.01—85, ширина внутриквартирных лестниц не менее 0,9 м и имеет максимально допустимый уклон 1 : 1,25.

Деревянные лестницы (рис. X.5) устраиваются на тетивах и косоурах (смысл и значение терминов см. в § XvIII.2). Тетивы бывают врезные (проступи и подступенки вставляются в прорези глубиной 15...25 мм) и с прибоинами толщиной 25 мм, на которые опираются и прибиваются проступи и подступенки.

Лестницы на косоурах выполняют составными из двух досок, в одной из которых устроены ступенчатые вырезы — к ним прибиваются проступи и подступенки. В тетиве прибоины расположены ниже верхней грани доски, к которой они прибиты, а в косоуре — выше. Проступи кладут на

вырезы косоуров, выпуская их за наружную грань косоура на 30...60 мм. .

Ограждения лестниц выполняют также деревянными. Проще и легче крепить их к тетивам, которые в деревянных лестницах применяются чаще, чем косоуры. Тетивы, как и площадочные балки, выполняют из брусьев толщиной 60 ... 80 мм. Лестничные площадки деревянных лестниц выполняют из досок в шпунт или в четверть, иногда (этажные площадки) с накатом и звукоизоляционной засыпкой.

Снизу марши и площадки могут иметь дощатую подшивку, которую иногда штукатурят.

Во внутриквартирных лестницах допускается устройство забежных ступеней и винтовых лестниц. Ширина клинообразных ступеней таких лестниц в середине марша не должна быть меньше расчетной ширины поступи, а наименьший ее расчетный размер не должен быть меньше 10 см.

III РАЗДЕЛ

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ОДНОЭТАЖНЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ И ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

XI Глава. Общие сведения

XI.1. *Общие сведения об одноэтажных зданиях*

В разделе рассматриваются архитектурные конструкции и основы проектирования. строительной части одноэтажных производственных и общественных зданий (рис. XI. 1). В отличие от малоэтажных жилых одноэтажные производственные и общественные здания, как правило, неизмеримо крупнее, капитальнее, их строительные решения разнообразнее и значительнее, а несущие конструкции часто представляют собой оригинальные инженерные сооружения.

Особенностью многих одноэтажных зданий, прежде всего производственных, являются их размеры в плане, которые могут достигать десятков и сотен метров и в длину, и в ширину. При образовании помещений такой большой площади, практически не разгороженных стенами или перегородками, весьма важным конструктивным элементом одноэтажных зданий становятся покрытия, решения которых во многом определяют и архитектурный облик, и технические достоинства зданий. Учитывая значительную площадь застройки, важно экономить высоту зданий, чтобы не отапливать лишний объем. С этой целью в покрытиях применяются не крутые скаты кровель, а, наоборот, пологие, поэтому покрытия устраивают с применением внутренних опор. Наиболее характерным профилем одноэтажного производственного здания является многопролетный с устройством внутреннего отвода воды вдоль каждого ряда колонн (*внутреннего водостока*) (рис. XI.2).

При многопролетных схемах вертикальные опоры выполняются в виде

колонн, обычно железобетонных или стальных. Несущие кирпичные столбы и стены применяются редко и главным образом в небольших, одно- и двухпролетных зданиях.

Одной из особенностей одноэтажных зданий является возможность обеспечения внутреннего пространства естественным освещением в любом месте, не считая пристенного, освещенного окнами. Для этого в покрытиях устраиваются надстройки разнообразной формы, боковые поверхности которых остекляются, так называемые *световые фонари*, либо горизонтально расположенные иллюминаторы — *зенитные фонари*.

Различают здания с естественным освещением, искусственным или совмещенным (интегральным) освещением.

Другой особенностью многих одноэтажных производственных зданий является оснащение их подъемно-транспортным оборудованием, необходимым для перемещения деталей, грузов, монтажа. В производственных зданиях могут применяться: тельфер, подвесная кран-балка, мостовой (опорный) кран, консольный кран (рис. XI.3) и другое оборудование. Монорельсы тельфера или подвесной кран-балки подвешиваются непосредственно к несущим конструкциям покрытия. Их грузоподъемность не превышает 5 т.

Грузоподъемность мостовых кранов значительно больше: группа I — до 50 т (средняя грузоподъемность); группа II — более 50 т (тяжелые). Они передвигаются по рельсовым путям, расположенным на специальных опорах — *подкрановых*

балках (рис. XI.3,6). Эти балки установлены на консоли колонн с их внутренней

стороны. Грузоподъемность кранов, их габариты и основные параметры определяются государственными стандартами. Мостовые краны разработаны для строго ограниченного числа пролетов: 6, 12, 18, 24, 30 и 36 м для группы I и 12... 36 м для группы II (рис. XI.4).

По признаку оснащения кранами здания подразделяются на *крановые* и *бескрановые*.

Одноэтажные здания классифицируют и по другим признакам. В зависимости от числа пролетов одноэтажные здания подразделяются на одно- и многопролетные (см. рис. XI.2). При этом в одном здании пролеты могут быть одинаковыми и разными.

В зависимости от размеров пролетов и перекрывающих эти пролеты несущих конструкций различают: мелкопролетные (до 12 м), среднепролетные (12... 36 м) и большепролетные (свыше 36 м).

По расположению внутренних опор различают одноэтажные здания пролетные, ячейковые и зальные. К первому типу относят здания с прямоугольной сеткой колонн, размер пролета которой преобладает над размером шага. В зданиях ячейкового типа применяется квадратная или близкая к квадрату сетка колонн. В зданиях зального типа опоры размещаются по периметру, образуя значительные площади, перекрытые без внутренних опор.

По условиям эксплуатации здания подразделяются: по системам отопления — на отапливаемые (теплые) и неотапливаемые (холодные); по системам вентиляции — с естественной вентиляцией (в том числе с аэрацией через специальные проемы в ограждениях — через аэрационные фонари или при совмещении со световыми — через светоаэрационные фонари), с кондиционированием воздуха и т. п.

При проектировании необходимо учитывать также и особенности нагрузок и воздействий, присущих одноэтажным зданиям:

1. Температурные воздействия при значительной площади застройки обуславливают устройство температурных швов в продольном и в поперечном направлениях.
2. При блокировке одноэтажных зданий разной высоты, с разными крановыми нагрузками и с разным направлением пролетов повышается вероятность устройства осадочных швов.
3. При наличии перепадов высот сопрягаемых объемов могут создаваться условия для образования «снеговых мешков», чего по возможности следует избегать.
4. Обращается внимание на важность учета горизонтальных составляющих крановых нагрузок, возникновения которых сопряжено с торможением, ускорением движения крана. Эти тормозные силы через подкрановые балки передаются колоннам (усилие направлено вдоль пролетов). Точно такие же силы передаются через кран и при торможении тележки (поперек пролетов). Без учета этих нагрузок

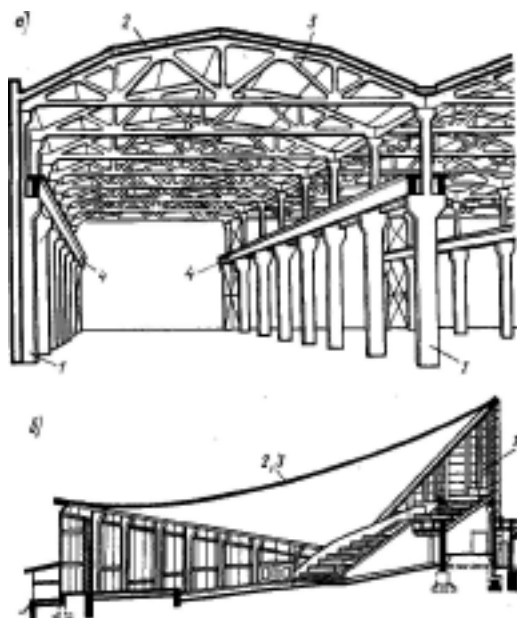


Рис. XI. 1. Типы одноэтажных зданий:

a — промышленное; *б* — общественное; *1* — колонны;
2 — ограждающие конструкции покрытий; *3* — несущие конструкции покрытий; *4* — подкрановые балки

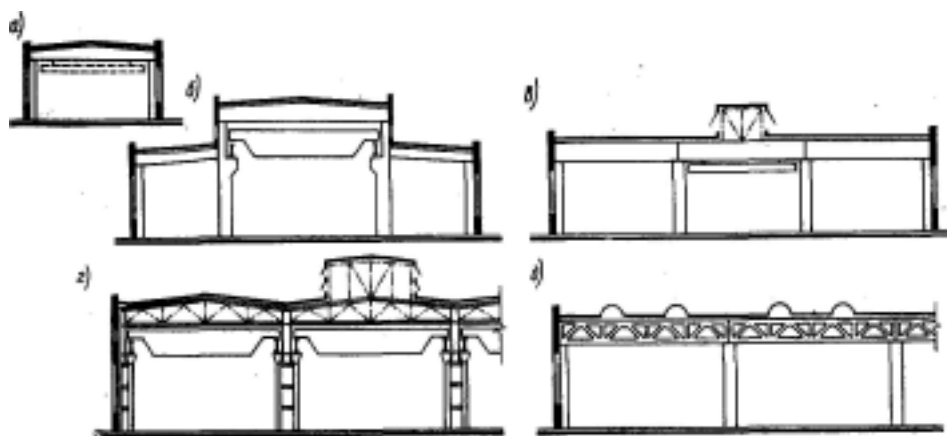


Рис. XI.2. Основные типы одноэтажных промышленных зданий:

a — однопролетное без фонарей; *б* — трехпролетное с повышенным средним пролетом; *в* — трехпролетное с фонарем; *г*, *д* — многопролетные с фонарями

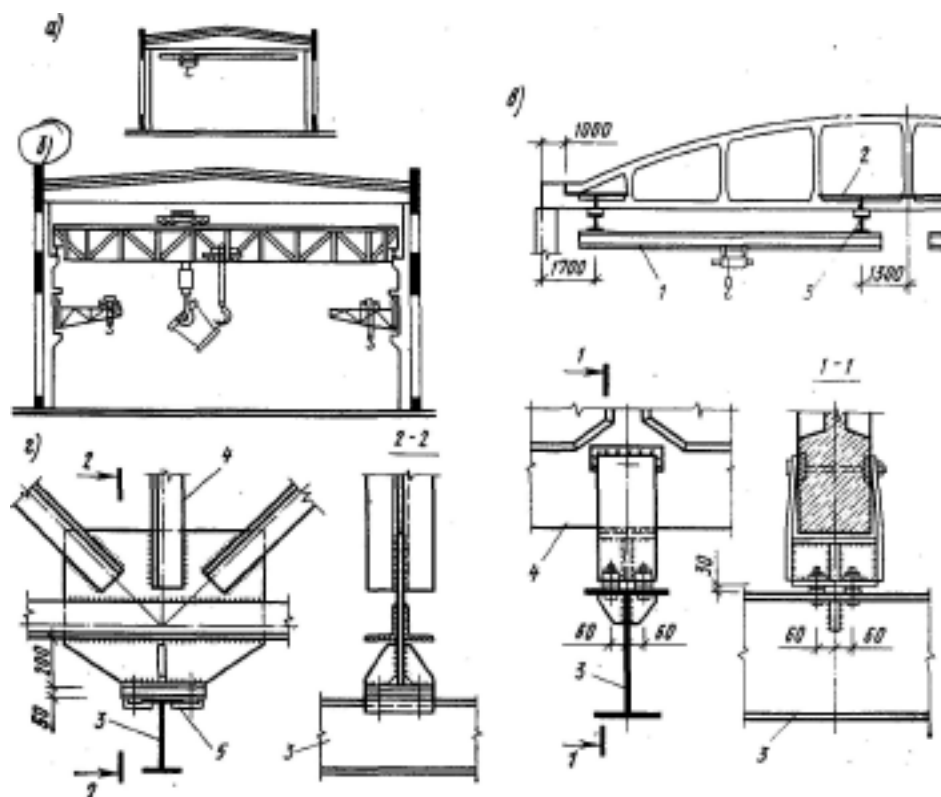


Рис. XI.3. Подъемно-транспортное оборудование производственных зданий:

a — подвесная кран-балка; *б* — опорный мостовой кран и консольный кран; *в*, *г* — способы крепления подвесных путей к стропильным конструкциям: *а* — к железобетонной ферме; *б* — к стальной ферме; *в* — несущая балка подвесного крана; *г* — перекидные балки из швеллеров; *д* — балка подвесного пути; *е* — стропильные конструкции; *ж* — лапки

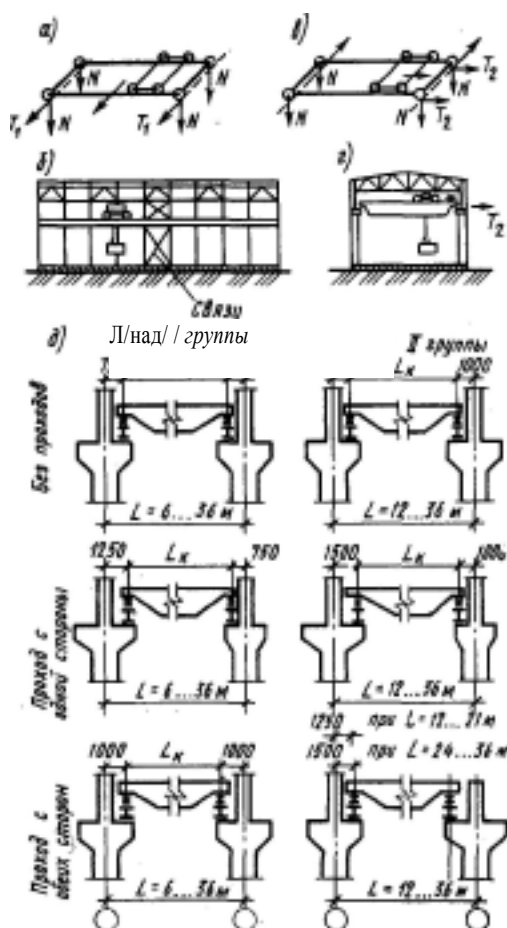


Рис. XI.4. Схемы горизонтальных нагрузок, возникающих при движении крана:
а, б — вдоль здания; в, г — поперек; д — привязки осей крановых путей к осям колонн

обеспечить жесткость и устойчивость каркаса здания невозможно, что достигается решением каркаса и установлением связей жесткости (рис. XI.4).

XI.2. Особенности проектирования производственных и гражданских одноэтажных зданий. Основные требования к ним

Одноэтажные производственные здания являются наиболее распространенным типом промышленного строительства (свыше 65% его об-

шего объема). Учитывая это, строительство таких зданий ориентировано главным образом на массовое применение индустриальных изделий, на применение унифицированных и типизированных проектных решений. Такой же подход и к проектированию ряда гражданских зданий массовой застройки (торговых центров и т. п.).

Другие задачи стоят при проектировании крупных гражданских одноэтажных зданий — доминант в городской застройке. Их особенностью является, как правило, индивидуальность проектных решений, их оригинальность, при сохранении прочих равных показателей. При проектировании таких одноэтажных зданий акцентируется внимание прежде всего на выборе наиболее интересных и оригинальных конструкций несущего остова, особенно при применении большепролетных конструкций. В этих случаях конструктивное решение во многом предопределяет форму здания, его облик и одновременно технико-экономические показатели здания.

При проектировании одноэтажных производственных зданий желательно иметь простые формы плана. В таких случаях применяют павильонную (раздельную) застройку территории; сплошную — при блокировке всех зданий (павильонов) в одно крупное; блокировки, образующие в плане формы букв П, Ш, Т и др.

Важной особенностью производственных зданий (не только одноэтажных) является их принадлежность к отрасли. Эта принадлежность во многом диктует некий обязательный набор требований, в частности, к строительным конструкциям и материалам. Дело в том, что, согласно СНиП II-90—81 «Производственные здания промышленных предприятий», все производства разбиты на шесть категорий по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности (А, Б, В, Г, Д, Е). В зависимости от принадлежности производства к одной из этих категорий устанавливаются допустимые степени огнестойкости конструкций

зданий, рекомендуемые строительные решения и т. п.

Для всех зданий, и производственных, и гражданских, обязательны также требования, предопределяемые классом здания по капитальности и т. п. (см. разд. I).

Основным материалом каркасов и несущих элементов покрытий является сборный железобетон. Монолитный железобетон применяется редко, равно как и кирпич (для стен), алюминий и др. Стальные конструкции используют обычно в виде ферм, прогонов; стальными выполняют колонны при большой высоте одноэтажного здания. Применение стали всегда требует специальных обоснований.

Алюминиевые конструкции отличаются легкостью при высокой несущей способности, поэтому имеет смысл применять их в конструкциях покрытий больших пролетов.

Деревянные конструкции эффективны особенно в производственных зданиях с агрессивной химической средой. Ограничения их применения: способность к загниванию, усушке или разбуханию, возгораемость. Из деревянных перспективнее других клееные конструкции.

XI.3. Основы проектирования одноэтажных зданий. Унификация, схемы решений

При строительстве зданий по индивидуальным проектам (спорт-комплексы и т. п.) стремление к достижению архитектурно-художественной выразительности не противоречит общей направленности нашего строительства — его индустриализации. Даже в пределах индивидуального проекта всегда имеется возможность и необходимость в достаточном объеме применять изделия по каталогам. Что же касается промышленного строительства, то, как уже отмечено, оно ориентировано в основном на применение унифицированных изделий и решений. Создана межотраслевая система унификации строительных ре-

шений, основанная на положениях МКРС (см. § 1.4). Объекты унификации: унифицированный типовой пролет (УТП); пространственная ячейка или объемно-пространственный элемент (ОПЭ); унифицированная типовая секция (УТС).

Унифицированные типовые пролеты (УТП) разработаны для бескрановых и крановых зданий (с мостовыми кранами до 50 т). Термин «разработаны» означает, что принято ограниченное (унифицированное) число геометрических параметров, градаций грузоподъемности кранов и т. п. и применительно к ним может быть подобран набор типовых конструктивных элементов, из которых можно собрать несущий остов любого здания.

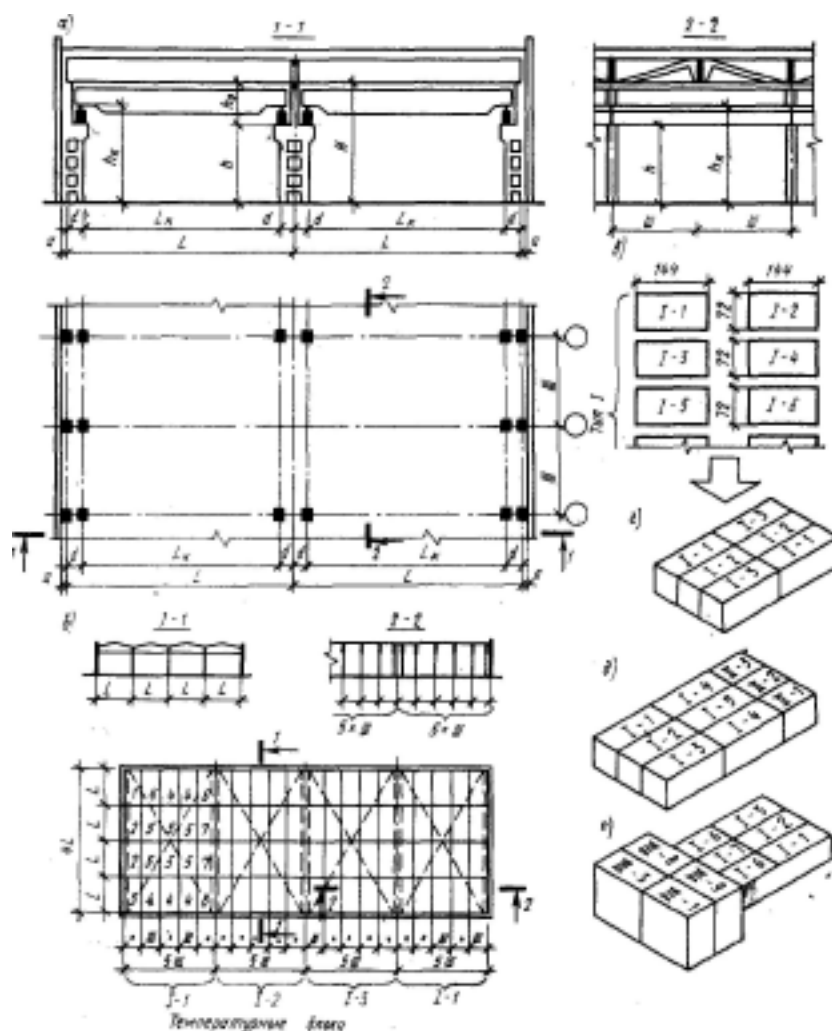
УТП принимаются за основу формирования объемно-пространственных элементов. Для унифицированных типовых пролетов приняты следующие основные параметры (обозначения на рис. XI.5): пролеты L (модуль $M = 0,6_m X$ — 6, 9, 12, 18, 24, 30 м и более; высота H в бескрановых зданиях ($M = 0,6_m$) — 3, 3,6; 4,2; 4,8 м и более; то же, в крановых зданиях ($M = 0,6_m$) — 8,4; 9,0; 9,6 м и более; габариты L_K принимаются по рис. XI.4.

Объемно-пространственным элементом (ОПЭ) называется часть здания с размерами равными высоте этажа пролету и шагу или, что то же, с габаритами УТП и шага. Для каждого варианта таких размеров принят определенный тип ОПЭ, включающий подтипы ОПЭ (рис. XI.5, б): 1, 3 — угловые; 2 — торцевые; 4 — боковые; 5 — средние; 6, 8 — боковые у температурного шва; 7 — средние у температурного шва и т. п.

Из набора ОПЭ определенного типа собирается **унифицированная типовая секция (УТС)**, габариты которой зависят от технологического процесса и других данных. Чаще такая секция представляет собой температурный отсек здания; длина и ширина такого отсека определяются допустимыми расстояниями между температурными швами.

Использование унифицированных решений производственных зданий требует соблюдения единых *правил привязки* конструктивных элементов к координационным (разбивочным) осям.

В одноэтажных каркасных зданиях для колонн крайних рядов применяют два варианта привязок к продольным осям здания: нулевую и 250 мм (рис. X1.6, а, б, в); внутренние плоскости наружных стен размещают с отступом 30 мм (для закладных деталей и т. п.) от граней колонн. Привязка 250 мм требует доборных элементов в покрытии для заполнения зазора между стеной и стропильными



а^и — унифицированные типовой пролет (УТП) и объемно-пространственный элемент (ОПЭ); б — компоновка здания из унифицированных типовых секций (УТЬ) 1—1, 2 и 1—3 — температурных блоков, составленных из ОПЭ подтипов 1...Б; в — набор УТС типа I; г — прием компоновки здания из УТС типа I; О, е — то же, из УТС типа I, II, III

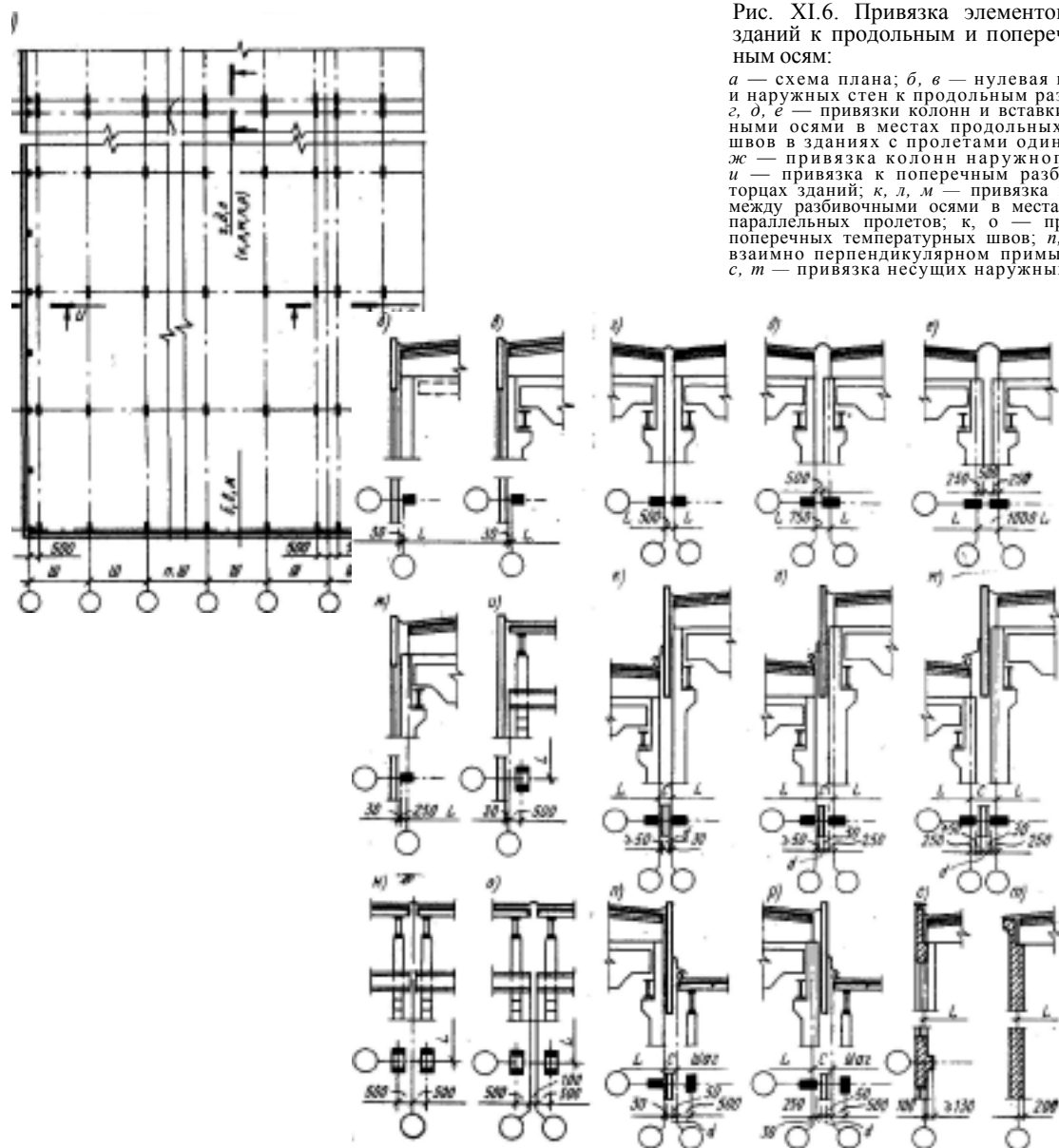


Рис. XI.6. Привязка элементов одноэтажных зданий к продольным и поперечным разбивочным осям:

а — схема плана; *б, в* — нулевая привязка колонн и наружных стен к продольным разбивочным осям; *г, д, е* — привязки колонн и вставки между продольными осями в местах продольных температурных швов в зданиях с пролетами одинаковой высоты; *ж* — привязка колонн наружного ряда 250 мм; *з* — привязка к поперечным разбивочным осям в торцах зданий; *к, л, м* — привязка колонн и вставки между разбивочными осями в местах перепада высот параллельных пролетов; *н, о* — привязки в местах поперечных температурных швов; *п, р* — то же, при взаимно перпендикулярном примыкании пролетов; *с, т* — привязка несущих наружных стен

конструкциями; поэтому нулевая привязка предпочтительнее, но привязка 250 мм необходима в связи с увеличением сечений верхних ветвей колонн высоких зданий и увеличением грузоподъемности кранов и т. п. Ее применяют: при кранах грузоподъемностью 30 и 50 т и высоте здания 12 м и более, при шаге колонн 6 м; при шаге—12 м и при грузоподъемности кранов до 20 т; при стальном каркасе и т. п. При кранах с тяжелым режимом работы размер той же привязки может достигать и до 500 мм.

Колонны средних рядов имеют так называемую «осевую привязку», когда геометрические оси сечения и координационные оси здания совпадают.

Колонны, прилегающие к поперечному температурному шву, смещают по обе стороны от поперечной координационной оси, совпадающей с осью шва, так, что геометрические оси сечений этих колонн отстоят от координационной оси на 500 мм (рис. XI.6, н). Смысл такой привязки состоит в том, что размеры всех ограждающих конструкций (плит покрытия, стен) не изменяются, зазор в 20 мм между ними конструктивно оформляется как шов; несущие элементы остова — колонны — выполняются раздельными и каждая из них «принадлежит» своему отсеку. При значительных размерах отсека (до 144 м) величина зазора между ограждающими конструкциями уже не достаточна для компенсации температурных деформаций и он увеличивается на 100 мм (рис. XI.6, о); в этом случае вместо одной координационной оси устраиваются две. Точно так же, как в месте температурного шва, несущие конструкции располагаются и у торцевой стены (рис. XI.6, и). При этом обеспечиваются: расширение здания (при необходимости) с образованием шва; установка дополнительных колонн каркаса стены — фахверка (см. рис. XII.5).

Решения температурных швов у продольных координационных осей

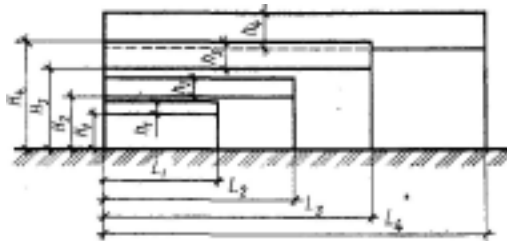


Рис. XI.7. Габариты поперечных сечений одноэтажных производственных зданий (пропорционирование)

производятся с образованием парных осей и вставок (рис. XI.6, г—е). Другие варианты решений температурных или осадочных швов представлены на рис. XI.6, к—р). В этих вариантах размер вставки c между осями определяют исходя из конкретного решения фундаментов под парные колонны (единый или раздельные), толщины стены, других КонсфрукТНВ-ных соображений, но обязательно кратно 50 мм (550, 600, 650 мм и т. д.). При устройстве вставок в панельных стенах размер c желательно принимать кратным 250 или 500 мм (500, 750, 1000, 1500 мм и т. д.).

Все рассмотренные привязки относятся к каркасным зданиям. В редко применяющихся несущих кирпичных стенах привязки также регламентированы (рис. XI.6, с, т).

Развитие унификации производственных зданий направлено на дальнейшее сокращение числа типоразмеров несущих конструкций и деталей в пределах предприятия.

При этом руководствуются рядом соображений. Например, при увеличении пролета пропорционально увеличивается и высота несущей конструкции покрытия (рис. XI.7); увеличение этой высоты обычно производят «скачками», кратно¹ модулю 0,6 м; увеличение габаритов несущих конструкций часто влечет и увеличение высоты Я (из эстетических соображений), что производится также кратно модулю 0,6 м. В связи с этим может существенно возрастать объем здания, что нерентабельно.

XII Глава. Несущие остовы одноэтажных зданий с применением плоскостных и пространственных конструкций покрытий

XI 1.1. Системы несущих остовов

Для большинства плоскостных несущих конструкций покрытий одноэтажных зданий в качестве вертикальных опор используются колонны каркаса и редко стены. Наиболее распространены две конструктивные системы каркасного остова. В первой балки, фермы и т. п. — так называемые *стропильные* конструкции — опираются непосредственно на колонны (рис. ХИЛ,а). Во второй — те же стропильные конструкции опираются на балки или фермы, расположенные вдоль здания. Эти балки или фермы, названные *подстропильными*, применяются при необходимости увеличения шага колонн, например, с 6 до 12 или даже до 18 м. При этом все остальные конструктивные элементы здания (плиты и фермы покрытия, фонари и т. п.) не изменяются, в том числе и колонны крайних рядов. Вариантное решение — использование крупноразмерного настила для перекрытия основного пролета. Конструктивные схемы обеих систем одинаковы: в направлении пролета колонны работают на восприятие усилий от всех горизонтальных и вертикальных нагрузок как стойки, защемленные в фундамент, шарнирно связанные со стропильными конструкциями, которые благодаря такой связи не участвуют в работе колонн на изгиб. В продольном же направлении связи по каждо-

му ряду колонн освобождают их от восприятия горизонтальных усилий и обеспечивают жесткость несущего остова.

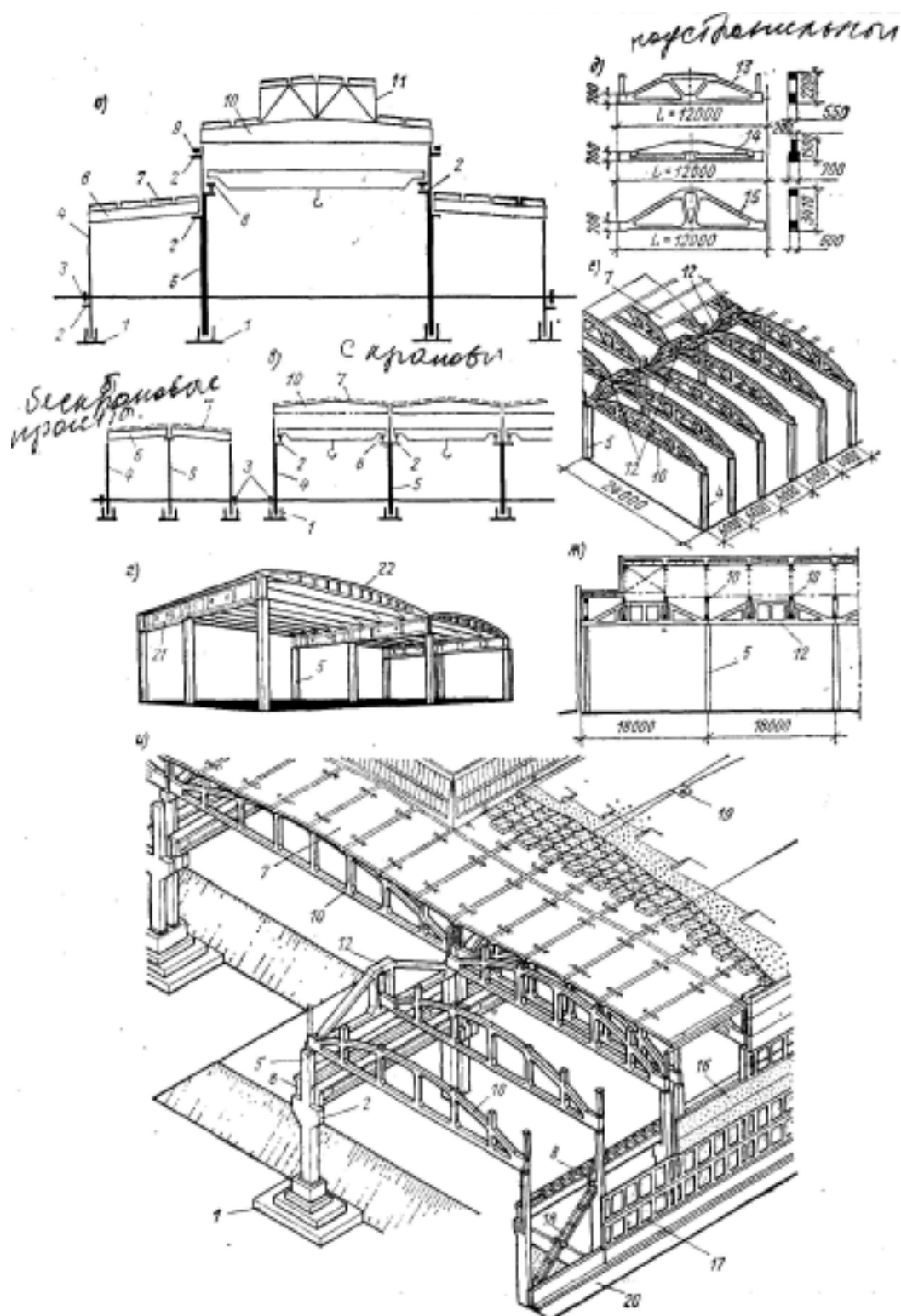
Особенности сечений колонн обеих систем: при изменении габаритов здания ширина их сечения в направлении шага практически не изменяется; в направлении же пролета высота сечения тем больше, чем выше здание и чем больше пролет. А при крановых нагрузках к работе колонн на изгиб в этом направлении добавляются: внецентренное приложение вертикальных нагрузок от кранов и тормозные усилия от движения тележки кранов. Поэтому колонны в поперечном направлении могут иметь существенное развитие.

В одноэтажных зданиях распространены также системы несущего остова с опиранием конструкций покрытия по контуру (на три-четыре опоры по углам, на опоры по всем сторонам и т. п.). При таких конструктивных системах используются и связевые конструктивные схемы, и рамные, когда вертикальные опоры работают на восприятие всех видов нагрузок по обоим направлениям как стойки, защемленные в фундамент. Форма сечений таких опор — квадратная, круглая, многоугольная.

Несущими опорами шатровых плоскостных конструкций (арок, сводов) чаще всего служат фундаменты, реже пилоны.

Рис. ХИЛ. Схемы каркасов одноэтажного производственного здания с применением стропильных и подстропильных конструкций:

a — схема каркаса с перепадом высот в поперечном сечении; *б* — бескрановые пролеты; *в* — пролеты с крановым оборудованием; *г* — с продольным расположением ригелей; *д* — типы подстропильных конструкций; *е, ж* — применение подстропильных конструкций пролетами 12 и 18 м; *и* — общий вид; *1* — фундаменты; *2* — консоли колонн; *3* — фундаментные балки; *4* — пристенная (крайняя) колонна; *5* — средняя колонна; *6* — односкатная балка; *7* — плиты покрытий; *8* — подкрановые балки; *9* — обвязочные балки; *10* — двускатная балка или ферма; *11* — рама фонаря; *12* — подстропильная балка или ферма; *13, 15* — типы подстропильных ферм для опирания стропильных сегментных ферм, ферм с параллельными поясами; *14* — подстропильная балка для опирания балок; *16* — наружные стены (панели); *17* — остекление; *18* — металлические связи; *19* — внутренний водосток; *20* — отмостка; *21* — ригели; *22* — «коробчатые» плиты КЖС, пролетом 18,24 м



ХИ.2. Элементы несущего остова одноэтажных производственных зданий (колонны, подкрановые балки, связи, колонны фахверка)

Колонны. По расположению в плане подразделяются на колонны крайних и средних рядов. Различают

также колонны для бескрановых и крановых зданий. Для бескрановых зданий высотой до 9,6 м сборные колонны имеют постоянное сечение; при большей высоте сечение переменное. Для крановых зданий сечение всех колонн переменное, развитое в их подкрановой части (рис. ХИ.2.б, г, и). По материалу колонны подразделяют

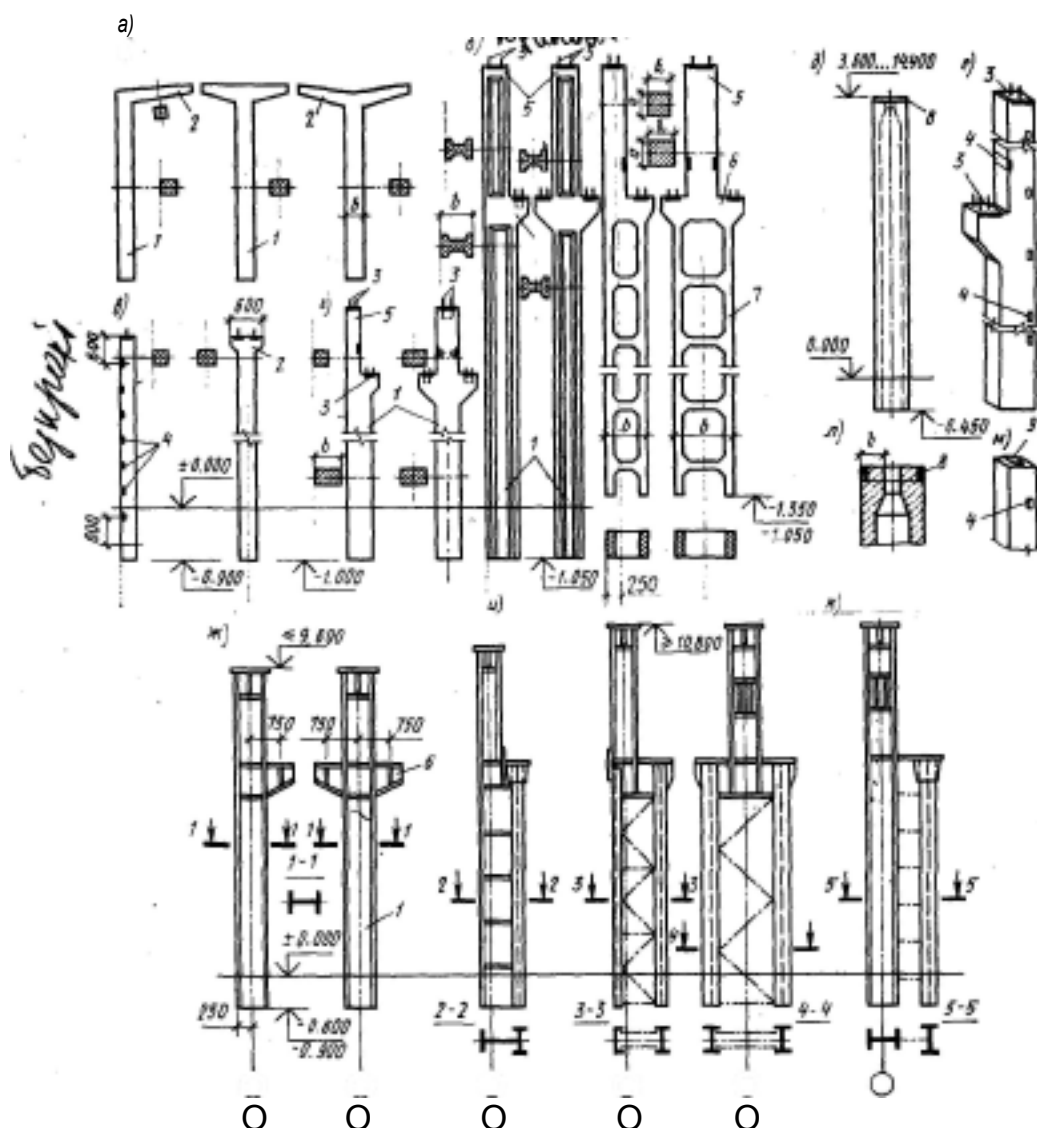
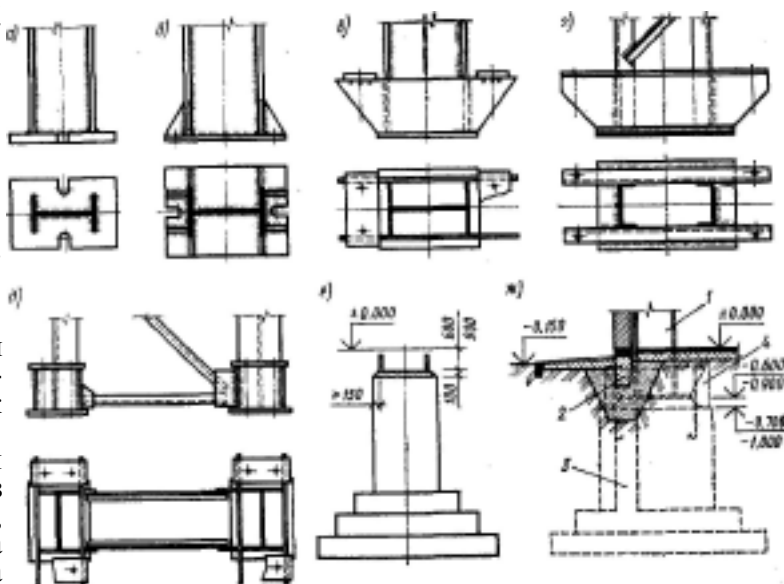


Рис. ХИ.2. Основные типы колонн производственных зданий:

а—д — железобетонные; ж—к — стальные (а — Г- и Т-образные (чаще монолитные); б — сборные крановые колонны (двутаврового сечения и двухветвевые); в — то же, крайние и средние для бескрановых пролетов; г, д — крановые колонны прямоугольного сечения; е — центрофугированная, кольцевого сечения; ж — постоянного по высоте сечения; з, к — то же, переменного (к — раздельного типа); л — оголовок колонны кольцевого сечения; м — оголовок колонны при безанкерном креплении стропильных конструкций; н — ствол колонны; 1 — консоль; 2 — анкерные болты; 3 — закладные стальные пластины; 4 — оголовок; б — крановая консоль; 7 — ветвь; 8 — кольцо из полосовой стали; 9 — стальная опорная пластина

Рис. XII.3. Базы стальных колонн и способы опирания их на фундаменты:

а — база из стальной плиты; б — то же, с дополнительными ребрами; в — то же, с траверсами; г — с траверсами из швеллеров; д — отдельные базы ветвей колонны; е — фундамент под стальную колонну; ж — опирание стальной колонны на фундамент; з — колонна; 1 — фундаментная балка; 2 — бетонный прилив для 2; 4 — обетонка



на железобетонные и стальные. Железобетонные, как правило, сборные; для высоких зданий они состоят из двух-трех элементов, соединяемых на месте строительства на сварке с помощью закладных частей. Металлические колонны применяют в основном для крановых (с кранами грузоподъемностью не ниже 20 т) и для высоких зданий.

Условия статической работы: колонны, заземленные в фундамент, работают на внецентренное сжатие; бескрановые — с малым эксцентриситетом; крановые — с большим. Для восприятия опорного момента, действующего в плоскости пролета, сечения колонн развивают в этом направлении. При увеличении высоты колонн растет величина опорного момента и по условиям оптимизации форма сечения колонн изменяется в такой последовательности: прямоугольная, двутавровая, двухветвевая — для железобетонных колонн; двутавровая, то же с развитыми полками, двухветвевая — для металлических. Для очень тяжелых кранов (свыше 100 т) монтируют отдельные металлические колонны (рис. XII.2, в). Для кранов до 30 т и для бескрановых зданий применяют

также железобетонные центрифугированные колонны (рис. XII.2, д).

Размеры сечений прямоугольных железобетонных колонн изменяются следующим образом: сплошного сечения — от 400X400 до 500X800 мм; двутавровые — 400X600 и 400X800 мм; двухветвевые — от 400X1000 до 600X2400 мм. Короткие ригели двухветвевых колонн устанавливают через 1500... 3000 мм по высоте. Чем выше колонна, тем глубже ее заделка в фундамент, тем длиннее нижняя часть колонны (см. рис. XII.2).

Изменение сечений сплошных стальных колонн производится увеличением высоты стенки двутавра и формы их полок (широкополочные двутавры, сварные двутавры из листовой стали, уголки, швеллеры и т. п.). Изменение двухветвевых — увеличением высоты сечения и увеличением площади сечений каждой из ветвей, выполняемых из проката. Соединяющая их решетка может привариваться к ветвям колонн как внутри их, так и снаружи. Форму решетки см. рис. XII.2, в, к.

В отличие от железобетонных стальные колонны не заводятся в стакан фундаментов и не нуждаются в из-

менении их длины. Колонны крепятся к фундаментам стальными базами, состоящими из опорной плиты из стального листа и ребер жесткости (рис. XII.3). По мере увеличения опор-

ного момента, для его восприятия целесообразно увеличить плечо внутренней пары сил, т. е. расстояние между опорными болтами. Для этой цели развивается длина опорного листа,

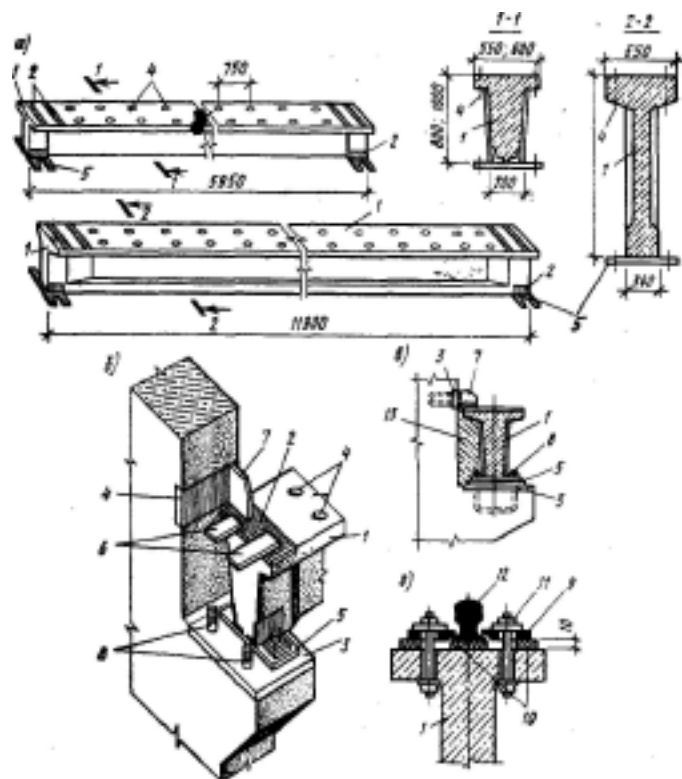
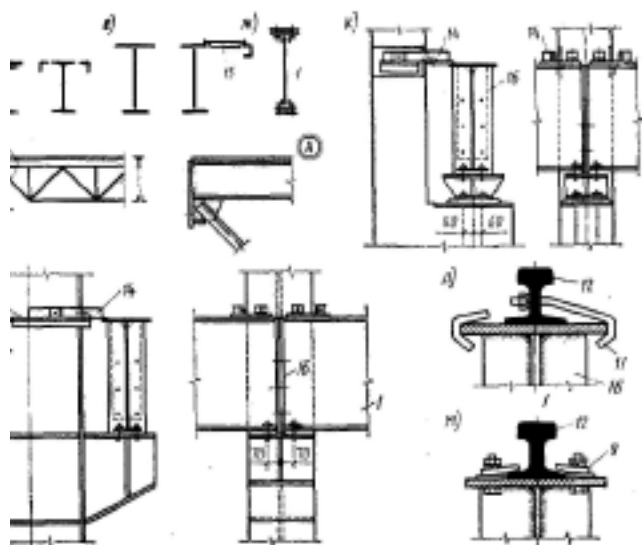


Рис. XI 1.4. Типы, опирание и крепление подкрановых балок и рельса:

a — виды железобетонных подкрановых балок; *б, в* — опирание железобетонных подкрановых балок; *г* — крепление кранового рельса; *д—и* — стальные балки (*д, ж* — сплошного сечения; *и* — решетчатая балка); *к* — «крепление к железобетонной колонне»; *л, м* — крепление рельса; *и* — к, стальной; *п* — подкрановая балка; *2* — закладные адетали балки; *3* — то же, колонны; *4* — отверстия для крепления рельса; *5* — опорный лист балки; *6* — стальные пластины для соединения балок; *7* — стальная накладка; * — анкерные болты; *9* — лапка; *10* — упругая прокладка; *11* — болт; *12* — рельс; *13* — бетон для замоноличивания стыка; *14* — крепежная планка; *15* — тормозная балка; *16* — опорное ребро; *17* — крюк



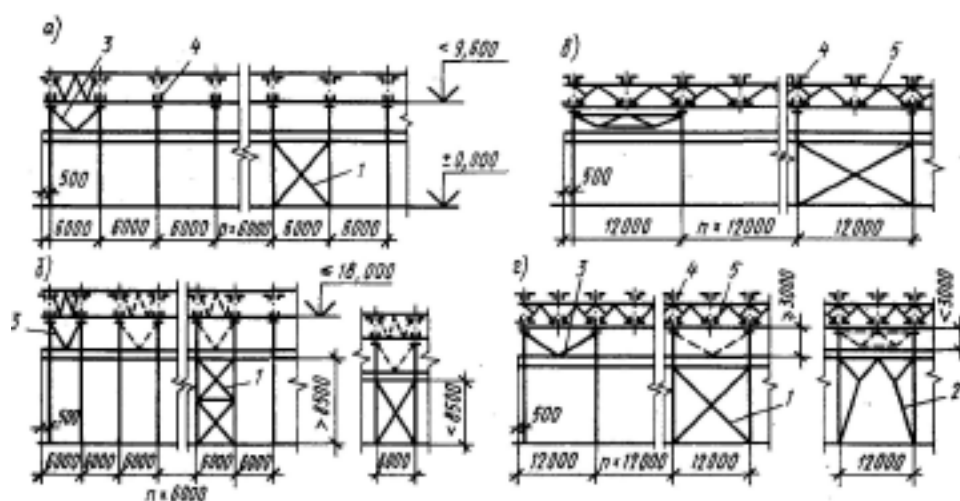


Рис. XII.5. Вертикальные связи несущего остова:

1 — основные связи; 2 — то же, порталного типа; 3 — верхние связи; 4 — стропильная ферма; 5 — подстропильная ферма

устраиваются траверсы и т. п. Для двухветвевых колонн базу лучше делать общую, но можно и отдельную. Для защиты от коррозии подпольную часть колонн вместе с базой обетонируют.

Подкрановые балки предназначены для движения мостовых кранов по уложенным на них рельсам. Балки выполняют железобетонными и стальными. Форма их сечений тавровая или двутавровая с развитой верхней полкой (рис. XII.4). Развитие этой полки необходимо для работы в пролете на восприимчивые горизонтальных тормозных поперечных сил движущейся тележки крана и для крепления рельсов. На опоре балки жестко закреплены с колонной по вертикали и горизонтали. Железобетонные балки дороже и массивнее металлических. К тому же они менее долговечны при динамических нагрузках от крана, поэтому предпочтительнее стальные.

В зависимости от размеров пролета и от нагрузки балки делают сплошного или сквозного сечения, в виде шпренгельных ферм (рис. ХП.4и). При больших пролетах подкрановых балок (порядка 12...18 м) фермы устраиваются и в горизонталь-

ной плоскости в уровне верха балок — для восприятия горизонтальных сил торможения (рис'. XII.4, 15).

Высоту сплошных балок принимают 650...2050 мм с градацией через 200 мм. Предпочтительная схема работы — однопролетные разрезные балки. Неразрезная, многопролетная схема работы не оправдала себя.

Вертикальные связи. Устанавливаются для обеспечения геометрической неизменяемости (пространственной жесткости) здания в продольном направлении (связевая конструктивная схема, см. гл. II). В одноэтажных каркасных зданиях связи выполняют из стальных прокатных или сварных профилей в виде раскосов, крестов, ферм и т. п. Их устанавливают вдоль каждого продольного ряда колонн отдельно для подкрановой части каркаса и для его надкрановой части (до верха колонн). Крепят болтами или монтажной сваркой. Основные связи, обеспечивающие жесткость всего каркаса в продольном направлении,— подкрановые ставят всегда в середине температурного отсека (рис. XII.5), в пределах одного-двух шагов каркаса. Надкрановые связи не обязательно совмещать с основными, а целесо-

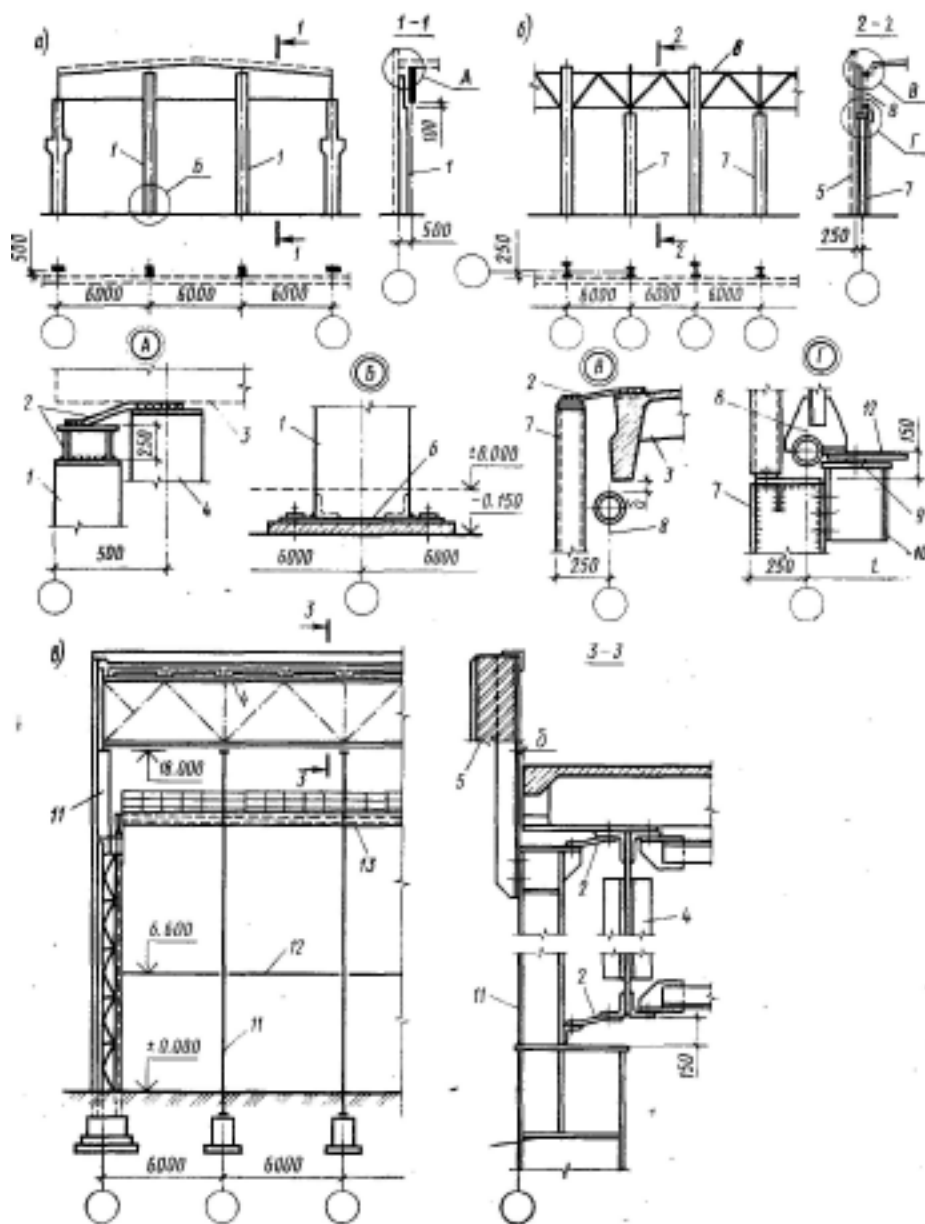


Рис. XII.6. Типы фахверковых колонн:

а — железобетонные торцевого фахверка; б — стальные колонны продольного фахверка; в — стальные колонны высокого торцевого фахверка; 1 — железобетонная колонна торцевого фахверка; 2 — соединительные элементы (гибкие связи); 3 — покрытие; 4 — стропильная конструкция; 5 — панели стены; 6 — стальная пластина; 7 — стальная колонна фахверка; 8 — ось распорки или вертикальной связи колонн фахверка; 9 — монтажная прокладка; 10 — соединительный элемент; 11 — высокая решетчатая стальная колония; 12 — горизонтальные ветровые связи; 13 — площадка

образнее совмещать с местами расположения связей между фермами покрытия. Эти места обычно совпадают с краями отсека. Форма основных связей — портал, крестовина; форма надкрановых связей — раскосная, полураскосная, крестовая.

Колонны фахверка. В одноэтажных зданиях помимо основного каркаса применяют и дополнительный — фахверк — каркас стен. Он устанавливается в плоскостях торцевых и продольных стен. Необходимость в фахверке диктуется большими расстояниями между стойками основного каркаса в продольных стенах, при их шаге свыше 6... 9 м, а также и в торцевых стенах. На этих участках стен колонны фахверка придают стенам устойчивость, обеспечивают навеску панелей или ригелей обшивных стен, воспринимают и передают на основной каркас все действующие на стены нагрузки.

Колонны фахверка чаще всего устанавливают с шагом 6 м, но также и на других расстояниях, увязанных с проемами окон, ворот и т. п. Верхняя часть колонн закрепляется в уровне перекрытия *гибкими связями* (рис. XII.6, 2); так называют соединительные элементы, работающие совместно с соединяемыми конструкциями в одном направлении (в данном случае — горизонтальном) и допускающие нестесненную деформацию (перемещение) в другом (например, в вертикальном).

Колонны фахверка устанавливают на собственных фундаментах. При необходимости устройства больших проемов, проездов в уровне первого этажа стойки фахверка устанавливают на ригели, размещаемые в плоскости стен и опирающиеся на основной каркас. Ригели фахверка устраивают в случаях навески мелкогабаритных стеновых изделий (асбестоцементных листов, профилированного настила и т. п.).

XII.3. Покрытия одноэтажных зданий. Общие сведения

Все конструктивные системы покрытия можно рассматривать с двух позиций, которые имеют особое влияние на архитектурный облик всего сооружения. Во-первых, с позиции работы конструкции в одном, двух или нескольких направлениях одновременно и тогда мы их делим на *плоскостные* и *пространственные*. Во-вторых, с позиции отсутствия или наличия распора в конструкции и тогда мы имеем дело с *безраспорными* и *распорными* конструкциями.

Плоскостными называют конструкции, работающие только в одной вертикальной плоскости, проходящей через опоры; к ним относятся балки, фермы, рамы, арки; к ним следует отнести и те конструкции, которые можно разрезать вертикальными плоскостями вдоль пролета на отдельные элементы, причем каждый элемент независимо от другого будет тоже работать, как плоскостной. К примеру, разрезанная по длине вертикальными плоскостями вдоль пролета двусторонне опертая плита будет работать как ряд отдельных балок (по балочной схеме), а аналогично разрезанный свод, как ряд автономных арок.

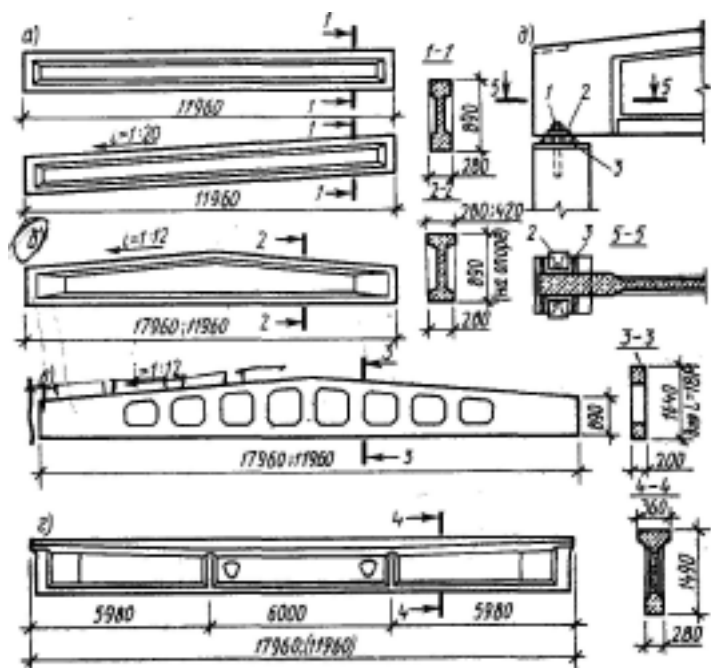
В отличие от плоскостных **пространственные** покрытия работают одновременно в двух или нескольких направлениях. К ним относятся: перекрестные системы, оболочки, складки, висячие покрытия, пневматические конструкции и др.

У распорных конструкций под влиянием собственной массы и внешних вертикальных нагрузок возникают на опорах помимо вертикальных еще и горизонтальные составляющие "реакций", именуемые *р.б.спором*. Безраспорными конструкциями называются такие, у которых горизонтальные составляющие опорных реакций отсутствуют.

В табл. XI 1.1 перечислены основные плоскостные и пространственные системы с делением их на безраспорные и распорные.

Рис. XII.8. Железобетонные балки:

a — односкатная; *б, в* — двухскатные; *г* — горизонтальная; *1* — анкерный болт; *2* — закладные детали балки; *3* — металлическая пластинка для крепления балки к опоре болтами



На рис. XII.7 изображены схемы балок и ферм, которые наиболее часто применяются при покрытии одноэтажных зданий увеличенных пролетов. У каждой схемы указан материал, из которого данная конструкция изготавливается, оптимальные пролеты L и примерное отношение высоты конструкции h к пролету L . В тех случаях, когда указаны две величины отношения h/L , меньшую высоту конструкции следует принять там, где конструкция расставлена с шагом не более 6 м, большую высоту — там, где шаг конструкции превышает 6 м и, как правило, принимается 12 м. Интенсивность загрузки тоже следует учитывать при определении высоты конструкции.

Следует заметить, что минимальная высота балок и ферм при современных высокопрочных строительных

материалах ограничивается не столько несущей способностью конструкции, сколько ее допускаемыми прогибами под максимальными нагрузками. Поэтому произвольное уменьшение высоты конструкции, относитель-

но того, что применяется на практике, без дополнительных расчетов недопустимо.

Железобетонные балки заводского изготовления для пролетов 12, 15, 18 м получили наибольшее распространение благодаря экономному расходу металла, простоте монтажа и соответствия таких балок противопожарным нормам. Разработано несколько типов балок для горизонтальных и скатных с небольшим уклоном (до 1:5) покрытий. Сечение таких балок принимается прямоугольным (при $L < 12$ м), тавровым или двутавровым (при $L \geq 12$ м) (рис. ХП.8). В последнее время разработаны типовые двускатные балки, которые при пролетах 12 и 18 м во всех своих частях имеют одну ширину, что упрощает их изготовление. Уменьшение массы таких балок достигнуто устройством в них сквозных отверстий, чем они приближаются к типу безраскосых ферм.

Железобетонные фермы изготавливают обычно сегментной прямоугольной или трапециевидной двускатной фор-

мы. Узлы верхнего пояса, на которые опираются ребра плит перекрытия, размещаются вдоль фермы, как правило, с шагом 3 м. Ширина сечения всех частей каждой из ферм принимается одинаковой; варьируется лишь высота сечений отдельных элементов (определяется расчетом). Если длина фермы превышает 24 м, ее обычно проектируют из двух одинаковых частей, которые на строительстве соединяются воедино.

В последнее время чаще применяют типовые сегментные безраскосые фермы (рис. XII.9).

Стальные балки, используемые в покрытии, имеют обычно двутавровое

сечение из прокатных профилей или для пролетов выше 12 м сварными из листа. Высоту сварных балок принимают $1/10 \dots 1/12$ пролета, ширину полки $1/3 \dots 1/5$ высоты, толщину вертикальной стенки $1/100 \dots 1/140$ той же высоты, но не менее 8 мм. В балках длиной более 6 м устраивают ребра жесткости через каждые $1,5 \dots 2$ высоты балки, располагая их под ребрами настила, укладываемого на балку (рис. XII.10).

Стальные фермы обычно применяют при пролетах 12... 18 м и выше (рис. XII.11). Очертание стальных ферм может быть достаточно разнообразно, однако чаще всего применя-

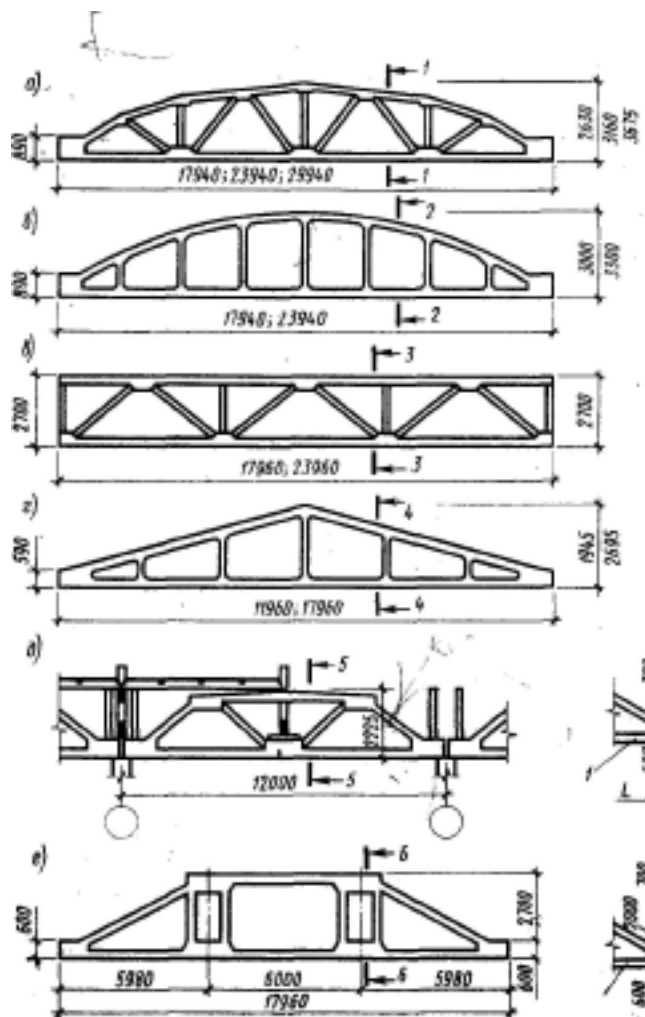
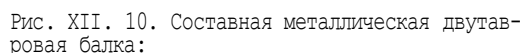


Рис. XII.9. Железобетонные фермы покрытий:

а — стропильная сегментная; б — то же, арочная бескаркасная; в — то же, с параллельными поясами; г — то же, треугольная; е, ф — подстропильная длиной 12 м в установленном положении; ж) — подстропильная ферма длиной 18 м (на разрезах показано опирание на подстропильную ферму стропильных конструкций); / — стропильная ферма; 2 — подстропильная ферма

Обладая большой жесткостью в своей плоскости, металлические фермы имеют совершенно недостаточную жесткость из этой плоскости—поэтому установленные с определенным шагом (фермы должны быть надежно раскреплены в направлениях, нормальных к их плоскостям. В верхнем поясе фермы раскрепляются железобетонными-. плитами покрытия привариваемыми к узлам верхнего пояса. В нижнем поясе и в ^вертикальной плоскости над опорами „ ферлш_p_раскрепляются металлическими связями (рис. XII.12).

Помимо стали фермы могут быть также выполнены и из алюминиевых сплавов. Такие фермы имеют сравнительно небольшой вес, учитывая, что масса алюминиевых сплавов не превышает $2,7 \text{ т/м}^3$ (у стали $7,85 \text{ т/м}^3$). Кроме того, алюминиевые сплавы обладают коррозионной стойкостью и не ста-



1 — верхний пояс двутавровой балки; 2 — нижний пояс; 3 — вертикальная стенка балки; 4 — уголки жесткости над опорой; 5 — ребра жесткости в пролете; 6 — места сварки элементов пояса и стенки; 7 — возможное усиление пояса из полосовой стали

новятся хрупкими при температурах ниже — 50 °С (недостаток стальных конструкций при их применении на Севере). Однако прочность алюминиевых сплавов в 2 ... 3 раза ниже, чем у стали, а их цена выше. С учетом этих особенностей применение конст-



a — унифицированные двух- и одно-
скатные стропильные фермы; *б* —
способы опирания ферм; *в* — обог-
лочная (прутковая) ферма; *г* — мон-
тажный стык; *2* — пояса ферм (верх-
ний и нижний); *3* — раскос шпренгеля
(для шпренгельного варианта
ферм); *4* — раскос решетки; *5* — фа-
сонка; *6* — опорная стойка ферм;
7 — колонна; *8* — опорный стодик

рукций из алюминиевых сплавов в обычных условиях целесообразно только при больших пролетах или в северных районах с низкими температурами или в некоторых других условиях.

Конструируются металлические фермы с применением прокатных уголкового и швеллерных профилей.

При пролетах более 40...50 м и при больших нагрузках эти профили рационально заменить трубчатыми или коробчатыми сечениями.

Подстропильные фермы из металла проектируются по тому же принципу, что и несущие фермы, с той только разницей, что нижний пояс их должен быть достаточно широк, или

иметь уширения в местах опирания несущих ферм.

По балкам и фермам укладываются, как правило, типовые ребристые плиты заводского изготовления, приведенные в гл. XXII. Иногда снизу фермы закрываются подвесным потолком, над которым обычно размещаются вентиляционные, электроразводящие и другие установки. Устройство потолка приведено в гл. XXIII. Если вместо подвесного потолка по нижнему поясу ферм уложить плиты перекрытия, то образованное таким образом межферменное пространство может быть использовано не только для проводки коммуникаций, но и как дополнительные служебные помещения.

Укладка многпустотных плит может производиться непосредственно на нижний пояс железобетонных ферм или на уголки, приваренные с боков к этому поясу.

Деревянные балки в покрытиях одноэтажных зданий с пролетами в 12 м и более выполняются гвоздевыми, составленными из брусков и досок, и клееными — из досок, уложенных плашмя и прочно соединенных между собой синтетическим клеем. Гвоздевые балки имеют сшитую на гвоздях стенку из двух слоев досок, наклоненных в разные стороны под углом в 45°. Верхний и нижний пояса этих балок образуются нашитыми с двух сторон продольными брусками, соединенными между собой вертикальными накладками. Высота таких балок 1/6... 1/8 пролета. Клееные балки до 12 м длины имеют прямоугольное сечение, а более длинные — двутавровое. Высота их принимается 1/10... 1/12 пролета.

Деревянные фермы из брусьев и досок применяют для пролетов в 15 м и более.

Покрытие по деревянным балкам и фермам выполняют либо в виде двухслойного дощатого настила, уложенного на брусья (прогоны), опертые на несущую конструкцию, либо в виде щитов из деревоплиты. Эти щиты представляют собой ряд брусков тол-

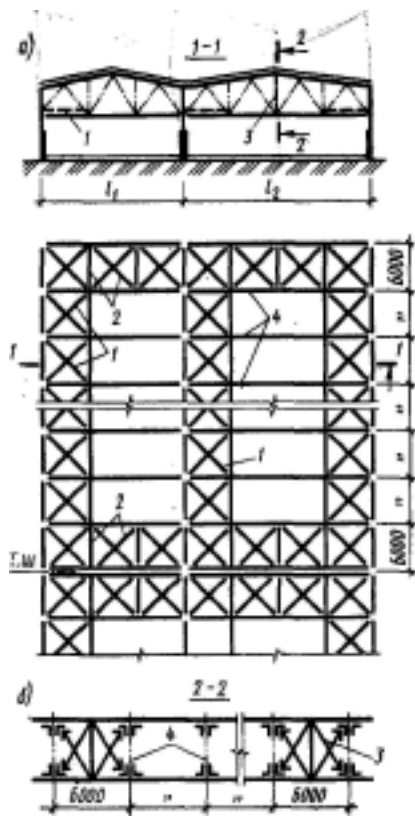


Рис. XII. 12. Схема связей по стальным фермам:

а — поперечный разрез и план; б — схема вертикальных связей; в — продольные горизонтальные связи; 2 — поперечные горизонтальные связи; 3 — вертикальные связи; 4 — стропильные фермы

щиной 60.. 120 мм и высотой 100., 240 мм, плотно соединенных между собой на гвоздях или на клею. И такие щиты длиной 3... 6 м укладывают поверх балок и ферм, после чего по ним прибивается настил из досок, уложенных под углом в 45° к направлению щитов, и укладывается слой гидроизоляции.

Следует заметить, что деревянные конструкции покрытия должны быть надежно защищены от гниения и возгорания. Обычно это делается пропиткой древесины антипиренами. Но может быть применен и другой способ защиты, например покрытие всех видимых поверхностей специальной штукатуркой или устройством подвесных потолков из негорючих материалов.

Деревянные клееные конструкции покрытия перспективны. Их допускается применять в зданиях гражданского назначения II класса по капитальности, таких, как спортивные залы, общественные центры и т. п.

XII.5. Распорные плоскостные конструкции,

К основным распорным конструкциям относятся рамы и арки (цилиндрические своды, опертые на фундаменты по всей длине, можно рассматривать как разновидность арки со значительно увеличенной шириной). Рамы могут быть разнообразного очертания как с одним пролетом, так и со многими. Чем сложнее рама, тем большему числу ограничительных

условий она должна удовлетворять, например в отношении надежности фундаментов, распределения нагрузок

и т. п. Поэтому чаще всего в практике строительства применяют однопролетные рамы П-образного очертания. Из однопролетных рам, комбинируя их с балками, можно получить конструкции разнообразных очертаний с разным числом пролетов.

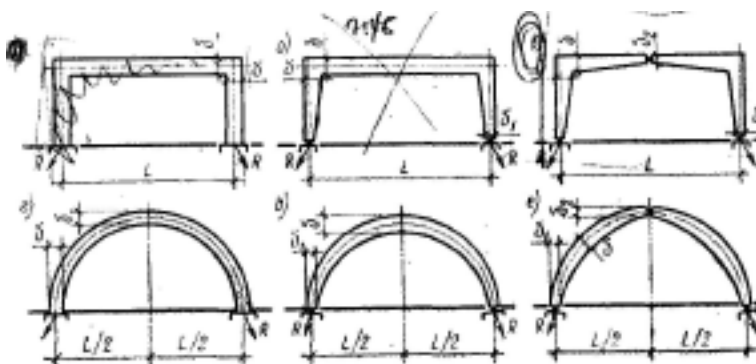
Арки чаще всего проектируются кругового очертания, так как такие арки выполняются просто как в монолитном, так и в сборном варианте. Однако ось арки может быть очерчена и в виде других плавных кривых, например параболы и эллипса, а также кривых, состоящих из отрезков окружностей разных радиусов.

Рамы и арки могут быть бесшарнирными с жесткой заделкой опор, двухшарнирными (с шарнирным опиранием на фундамент) и трехшарнирными, у которых помимо двух шарниров на опорах есть еще один, который обычно располагают посередине пролета (рис. XII.13).

Бесшарнирные рамы и арки особенно чувствительны к неравномерным осадкам опор, поэтому их проектируют только на надежных основаниях, не допускающих таких осадков. В то же время среди распорных конструкций бесшарнирные рамы и арки наиболее экономичны по расходу материала; величина распода, т. е. горизонтальная составляющая реакции, в бесшарнирных наименьшая по сравнению с другим и. Вместе с тем двухшарнирные рамы и арки} менее чувств-

Рис. XII 13. Схемы рам и арок:

a — рама бесшарнирная; *б* — двухшарнирная; *в* — трехшарнирная; *г* — арка бесшарнирная; *д* — "Атук-<I шарнирная; *е* — трехшарнирная; *L* — пролет; *K* — высота сечений рам и арок; *б₁*, *б₂* — высота сечений Вблизи шарниров



вительны к небольшим осадкам грунта, чем бесшарнирные. Трехшарнирные рамы и арки еще менее чувствительны к неравномерным осадкам, зато распор них еще больше, чем у двухшарнирных и тем более бесшарнирных. Важное преимущество трехшарнирных арок и рам заключается в том, что их можно заранее изготавливать из двух одинаковых частей и монтировать простым соединением в шарнирах.

Что касается очертаний П-образных рам и круговых арок, то при рациональном распределении в этих конструкциях материала они имеют одинаковые формы сечения в пролетах и у опор только в бесшарнирных вариантах. При наличии шарниров высота сечения их у шарниров уменьшается в 2...3 раза. На рис. XII. 13 наглядно показаны очертания рам и арок в зависимости от наличия шарниров, а в прилагаемой таблице даются примерные высоты сечений этих конструкций относительно пролета. Ширина сечений у железобетонных рам и арок принимается обычно в пределах $1/2 \dots 1/4$ его высоты.

Распорные конструкции требуют выполнения особого вида фундаментов, тем больше развитого во внешнюю сторону от пролета, чем больше распор, который, как известно, увеличивается с увеличением числа шарниров и при уменьшении отношения высоты сечения конструкции к пролету. Это вытекает из известного требования к фундаментам, по которому равнодействующая опорных реакций не должна выходить за пределы средней трети подошвы фундамента. В случае значительного распора подошве придается уклон, близкий к нормали на равнодействующую, что предупреждает возможность сдвига фундамента под воздействием этого распора.

Все плоскостные распорные конструкции обладают достаточной жесткостью в своей плоскости. Но в другом направлении — из плоскости — такой жесткостью они не обладают.

В этом направлении пространственная жесткость системы в целом обеспечивается теми же способами, которые применяют в стоечно-связевой системе, т.е. включением связей или стенок жесткости в каждом продольном ряду вертикальных опор. В арочном покрытии этого же результата можно достигнуть замоноличиванием плит покрытия криволинейного очертания.

Для уменьшения изгибающих моментов в рамах, а тем самым уменьшения высоты их сечения, применяют консольные выносы, расположенные продолжением ригелей и нагруженные соответствующим образом. Таким решением можно почти полностью избавиться от распора, т.е. проектировать фундамента как под обычную безраспорную конструкцию (рис. XII.14,а). Безраспорности арки можно полностью достигнуть, соединив ее опоры металлической затяжкой, которую обычно располагают под уровнем пола (рис. XII.14,б). Такие безраспорные арки с затяжками можно устанавливать на колонны и стены подобно балкам или фермам. При проектировании многопролетных рам их удобно комбинировать с балочными вставками, опертыми на консольные выносы П-образных рам. На том же рисунке схематически показаны примеры решения опорных шарниров, применяемых в распорных конструкциях.

Примерная высота сечений рам и арок

Вид конструкции		Рама			Арка		
		$L/8$	$L/8_1$	$L/8_2$	$L/8$	$L/8_1$	$L/8_2$
Отношение высоты сечения к пролету							
Количество шар-	бесшарнирная	30	—	—	40	—	—
	двухшарнирная	25	50	—	35	70	—
	трехшарнирная	20	40	40	30	60	60

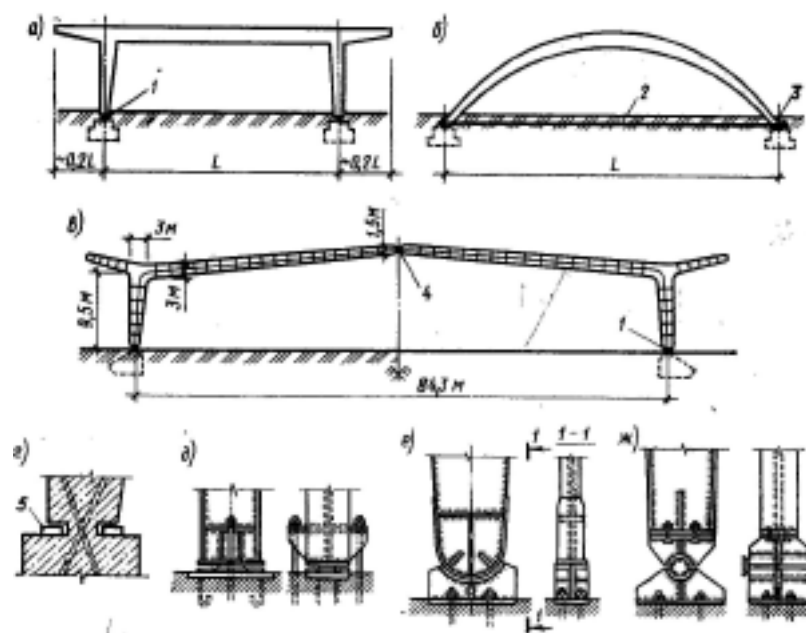


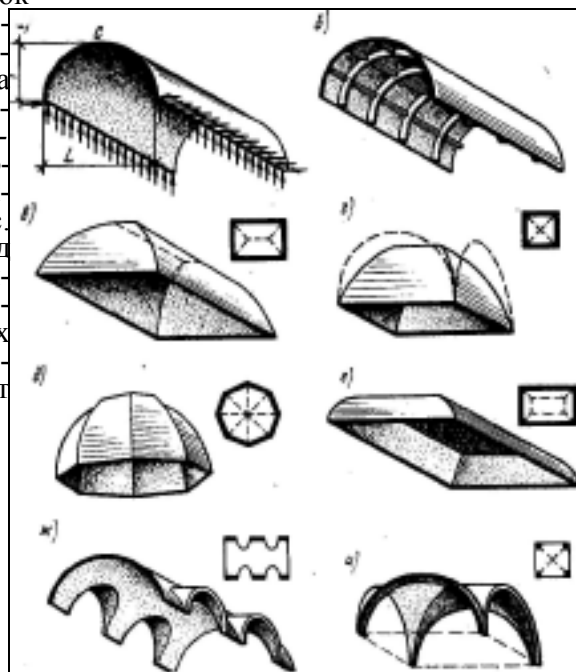
Рис. XII.14. Примеры рам и арок и их детали:

a — рама с выносными консолями; *б* — арка с затяжкой под уровнем земли; *в* — трехшарнирная рама со сплошной металлической стенкой; *г* — шарнирные опоры (*г* — железобетонной рамы; *д* — металлической рамы с плитным шарниром; *е* — опора с сегментным опиранием; *ж* — с металлическим цилиндром); *з* — шарнирная опора; *2* — затяжка; *3* — шарнирная заделка затяжки; *4* — средний шарнир трехшарнирной рамы; *5* — свинцовая прокладка

Своды, которые можно рассматривать как разновидность арок большой ширины, в настоящее время изготавливаются преимущественно из железобетона, реже из бетона или камня. Наиболее простую конструкцию представляют собой *гладкие* цилиндрические своды, опирающиеся по всей длине своими нижними краями на фундаменты (рис. XII.15, а). Более прогрессивный вид цилиндрического свода представляет собой *ребристый* свод, собираемый из однотипных железобетонных плит, окаймленных ребрами. Основными несущими элементами служат поперечные ребра, представляющие

основные формы сводов:

а — гладкий свод; *б* — ребристый в, г, д — сомкнутые; *е* — зеркальный; *ж* — цилиндрический с распалубками; *и* — крестовый



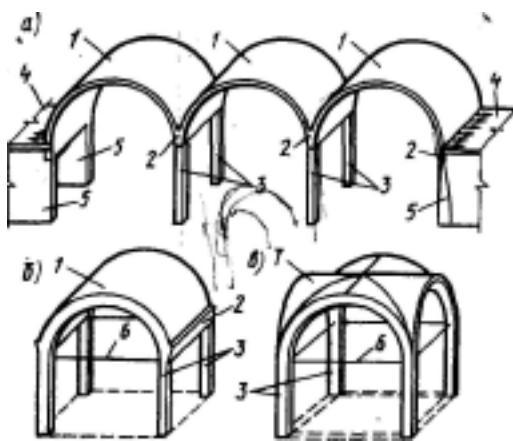


Рис. XII.16. Схема погашений распора в сводах на колоннах:

а — многопролетный свод; б — свод на прямоугольном плане; в — крестовый свод на квадратном плане; г — цилиндрические своды; 2 — опорная балка, поддерживающая своды между колоннами; 3 — колонны; 4 — железобетонная плита, воспринимающая распор от крайних сводов; 5 — стены, на которые опирается плита и на которые передаются горизонтальные усилия от свода; 6 — затяжки; 7 — крестовый свод

бой несущие арки, и продольные ребра, являющиеся связями. Высота поперечных ребер, при их шаге 1...2 м составляет $1/70 \dots 1/100$ пролета, продольных — 10...20 см, толщина плиты между ребрами 3...4 см. При отсутствии плит между ребрами и замене их любым несущим материалом, например стеклом, свод превращается в *сетчатый*

Комбинируя пересекающиеся между собой цилиндрические поверхности, можно получить *сомкнутый* на прямоугольном или квадратном плане свод, *многогранный купол*, четырехгранный с горизонтальной вставкой, так называемый *зеркальный свод*, а также *цилиндрический свод с врезкой* цилиндров меньших размеров, называемый еще сводом с *распалубками*. Свод, образуемый пересечением двух цилиндров, открытых наружу, на квадратном плане, называется *крестовым сводом*, который в отличие от остальных сводов опирается на четыре стоящие отдельно фундамента.

На рис. XII. 16 показано несколько приемов передачи распора на массив и на затяжки. Цилиндрические своды,

установленные на колонны без затяжек, представляют при оформлении интерьера здания одну из интересных архитектурных задач. На рис. XII. 16, а показано одно из таких решений. Согласно этому решению ряд арок опирается на ригели рам, стойки которых представляют собой колонны, размещенные внутри здания. Распор от этих арок, кроме крайних, взаимно погашается на ригелях поперечных рам, на которые они оперты. Распор же крайних арок передается на монолитную плиту покрытия и на стены, на которые она опирается.

Отдельно стоящий цилиндрический свод также опирается на ригели рам, размеры которых позволяют принимать распор и передавать его на стойки. Однако при отсутствии конструкции, которая могла бы передать этот распор на фундаменты, его можно погасить только *затяжками*. В случае крестового свода, реактивные усилия от него сосредоточены непосредственно на четырех опорах. Для восприятия и погашения распора необходимо предусмотреть затяжки, попарно объединяющие все четыре колонны, либо устроить *контрфорсы*, как это принято в готических соборах.

Наряду с каменным материалом дерево тоже может быть использовано как материал для изготовления рам и арок, особенно с использованием клееной древесины. Как правило, их делают двух-, трехшарнирными, с изготовлением в мастерских и монтажом на стройке.

Устанавливаются деревянные рамы и арки с шагом не более 3...4 м и применяются для пролетов до 15,20 м.

Покрытия по деревянным рамам и аркам выполняют либо из брусьев, уложенных с шагом 1...1,5 м, с двумя слоями досок поверх них, либо из деревоплиты, панели которой собираются из досок или брусьев, поставленных на ребро, плотно сбитых гвоздями или соединенных с помощью синтетического клея. Высота деревоплиты принимается примерно $1/20$ от шага накрываемых ею конструкций.

XII.6. Перекрестные системы

Перекрестные системы покрытия состоят из несущих линейных элементов, пересекающихся в плане под углом 90 или 60°. При этом если конструкция состоит из несущих элементов, расположенных параллельно сторонам квадрата или прямоугольника, и составляет сетку из квадратных ячеек, то такая конструкция называется ортогональной. Если та же квадратная сетка расположена к контурам покрытия под углом 45°, то такая конструкция называется диагональной. Сетку с треугольной формой ячеек, стороны которых параллельны сторонам контура покрытия, называют треугольной.

Наличие несущих пересекающихся элементов позволяет нагрузку на покрытие передавать на опоры не в одной вертикальной плоскости, как в плоскостных конструкциях, а сразу в двух и даже в трех вертикальных плоскостях. Это существенно уменьшает величину усилий и прогибов в такой конструкции, что позволяет уменьшить ее конструктивную высоту до 1/15...1/25 пролета в зависимости от нагрузок и формы в плане покрытия.

Наиболее рационально перекрестная система может быть использована

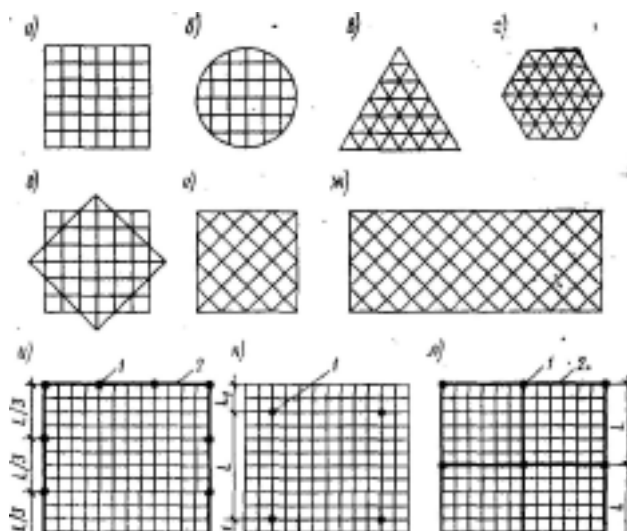
в покрытии, имеющем в плане форму квадрата, равнобедренного треугольника, круга или многоугольника, вписанного в круг (рис. XII.17, а—е). Если очертание покрытия в плане отступает от такой правильной формы

и пролеты несущих элементов в одном и другом направлении различаются более чем на 20%, то применение перекрестной системы становится нерациональным, так как работать будут только элементы меньшего пролета, в основном как плоскостные. Между тем на прямоугольном плане при отношении сторон более чем 1/2 можно также применить перекрестные несущие элементы, расположив их не ортогонально, а диагонально, т. е. под углом в 45° к сторонам контура (рис. XII.17, ж).

Опираение перекрестных систем может выполняться по всем у контуру, на отдельные его части или на колонны. При этом необходимо учитывать, что при опирании перекрестного покрытия только на угловые колонны его контурные элементы будут работать как простые балки или фермы, принимая всю нагрузку от по-

Рис. XII.17. Перекрестные системы покрытий;

а—ж — схемы перекрестных систем; и—л — положение опор под перекрестной системой; L — пролет конструкции; Z-i — вылет консоли; / — опоры; 2 — окаймляющий несущий элемент (балка или ферма)



крытия, находящегося внутри контура. А это значит, что эти контурные элементы должны иметь конструктивную высоту примерно в два раза больше конструктивной высоты перекрестного покрытия. Для того чтобы в этом случае все покрытие было одной высоты, следует контурные несущие элементы подпереть со стороны еще одной-двумя дополнительными опорами (рис. XII. 17, и).

Перекрестные системы допускают устройство консольных свесов, которые, впрочем, не должны превосходить $1/4$ основного пролета (расстояния между угловыми колоннами).

Перекрестные системы покрытия допускают устройство дополнительных опор и внутри плана покрытия, что существенно сокращает пролеты и соответственно конструктивную высоту покрытия. В то же время высота контурных несущих элементов определяется по тем же принципам, на которые было указано выше, в случае наличия только одних угловых опор (рис. XII. 17, л).

Материалом для изготовления перекрестных систем служит в основном металл и железобетон. По своим конструктивным схемам эти системы делятся на *перекрестно-ребристые* и *перекрестно-стержневые*.

Перекрестно-ребристые конструкции изготавливаются главным образом из железобетона, в некоторых случаях из металла и даже из дерева. Перекрестно-ребристые железобетонные покрытия могут быть выполнены и в монолите, однако такое решение невыгодно из-за огромного расхода древесины на леса и опалубку. Более прогрессивным и экономически целесообразным является монтаж ребристого покрытия из сборных коробчатых элементов (рис. XII. 18, а, б).

Коробчатые элементы представляют собой ящики с дном, повернутым вверх, которые монтируются непосредственно на лесах. При небольших пролетах (до 24 м) они могут быть смонтированы также и на земле, а затем кранами подняты в проектное по-

ложение. По нижней кромке эти ящики обычно имеют выступ, которым примыкают друг к другу, оставляя между стенками зазор в 10...15 см, куда закладывается соединяющая их арматура. После заполнения зазоров высокопрочным бетоном и его отвердения конструкция превращается в жестко монолитное перекрестно-ребристое покрытие.

Перекрестно-ребристое покрытие может быть создано и непосредственным монтажом отрезков ребер длиной в две ячейки. При этом каждый отрезок ребра крепится к двум, перпендикулярно стоящим к ним ребрам на половине длины. Такое решение сборной перекрестно-ребристой конструкции может быть выполнено не только из железобетона, но также из элементов металлической фермы или деревянных щитовых элементов (рис. XII. 18, в).

Перекрестно-стержневые системы изготавливаются исключительно из металла, из элементов в виде труб или проката. Трубчатые конструкции проще в монтаже, так как могут быть смонтированы простым ввинчиванием оголовников с нарезкой в многогранный узловой элемент, в то время как элементы из проката соединяются через фасонки на болтах или на сварке.

В плане перекрестно-стержневое покрытие представляется двумя сетками с квадратными или треугольными ячейками, из которых нижняя сетка сдвинута относительно верхней на половину ячейки внутрь пролета (рис. XII. 18). Узлы верхней и нижней сеток соединяются между собой наклонными диагональными элементами — раскосами. В целях лучшего распределения опорных усилий в конструкции над точечной опорой предусматривается капитель из четырех наклонных раскосов или из перекрещивающихся прокатных балок.

Кровля над перекрестно-стержневым покрытием выполняется обычно из легких материалов, с применением профилированного настила, щитов, деревянных или металлических

ек перекрестного покрытия. Их протяженность может быть ограничена 2... 3м.

XI 1.7. Тонкостенные пространственные конструкции

Тонкостенными пространственными конструкциями называют такие конструкции, пространственная форма которых обеспечивает их жесткость и устойчивость, что позволяет их толщину доводить до минимальных размеров. К ним относят оболочки и складки. *Оболочками* называются геометрические тела, ограниченные криволинейными поверхностями, расстояния между которыми малы по сравнению с другими их размерами. *Складки* в отличие от оболочек состо-

ят из плоских тонкостенных плит, жестко соединенных между собой под некоторым углом.

Формы разных видов оболочек различаются гауссовой кривизной, которая представляет собой произведение двух взаимно нормальных кривизн ρ_1 и ρ_2 рассматриваемой оболочки. Кривизной ρ называется, как известно, величина, обратная радиусу кривизны R : $\rho = 1/R$.

Интерес при этом представляет знак произведения: при отрицательном знаке оболочки двоякой кривизны имеют прогибы в разные стороны; при положительном — в одну.

Помимо гауссовой кривизны различаются оболочки и по способу их

геометрического формообразования: способ *переноса* и способ *вращения*. Способ переноса заключается в переносе образующей линии, прямой или криволинейной, вдоль направляющей линии, лежащей в плоскости, перпендикулярной плоскости образующей. Другой способ состоит из вращения образующей вокруг некоторой оси, лежащей в ее плоскости. При этом некоторые поверхности, как, например, цилиндрическая круговая поверхность и поверхность гиперболического параболоида (гипара), могут формироваться как по способу переноса, так и по способу вращения (рис. XII.19, а, б, л, м).

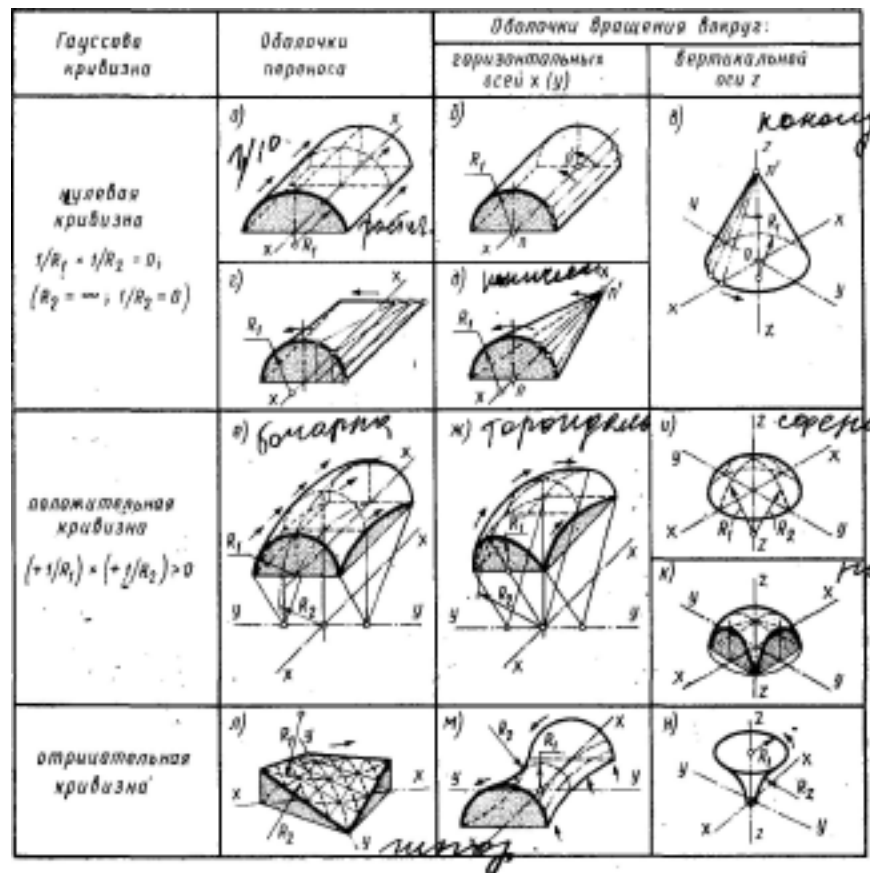


Рис. XII.19. Основные типы поверхностей оболочек:

а, б — цилиндрическая; а, д — коническая вертикальная и горизонтальная; г — коническая; е — бочарная; ж — торидальная; и — сферическая; к — парусная; л, м — с поверхности гипара; н — воронкообразная

Цилиндрическая круговая поверхность оболочки может быть получена переносом прямолинейной образующей по круговой направляющей или круговой образующей по прямолинейной направляющей. Все другие виды *цилиндрических оболочек* — параболические, эллиптические и т. д. — могут быть получены только по способу переноса (рис. XII.19, а).

Коническая оболочка формируется вращением прямой образующей вокруг вертикальной оси, при этом один конец образующей закреплен в некоторой точке на оси вращения, а другой движется по замкнутой кривой, находящейся в плоскости, перпендикулярной оси вращения. Если эту кривую считать направляющей, а прямую — образующей, то формирование конуса происходит по способу вращения.

Поверхность *коноидальной* оболочки образуется переносом прямой, у которой один конец движется по криволинейной направляющей, а другой — по прямолинейной.

Все перечисленные выше поверхности оболочек (рис. XII.19, а—д) имеют нулевую гауссову кривизну: так как в сечениях, совпадающих с прямолинейной образующей, один из радиусов кривизны равен бесконечности, сама кривизна равна нулю; следовательно, и произведение обеих кривизн будет равно нулю.

Оболочки, поверхности которых получены перемещением криволинейной образующей по другой криволинейной образующей, будут также оболочками переноса. Так, например, получена поверхность *бочарного свода*, криволинейная образующая которого перемещается по криволинейной оси, лежащей в плоскости, перпендикулярной плоскости образующей. Если та же образующая получит еще и вращательное движение вокруг оси $y-y$, лежащей в ее плоскости, то полученная криволинейная поверхность будет представлять собой поверхность *тора*. *Сферическая* оболочка может быть получена вращением части окружно-

сти вокруг оси. Если же у сферической оболочки срезаны стороны вертикальными плоскостями, выходящими из квадрата, вписанного в круг основания, то такая оболочка носит название *парусной* оболочки.

Работая в двух взаимно перпендикулярных вертикальных плоскостях, оболочки должны проектироваться с учетом особенностей работы в каждой из этих плоскостей. Так цилиндрическая оболочка в продольном направлении работает как балка с пролетом L , у которой в нижнем поясе возникают растягивающие усилия, а в верхней части оболочки эти усилия сжимающие (рис. XII.20). Поэтому конструктивная высота такой оболочки должна быть не менее $1/10$ пролета L . В поперечном направлении цилиндрическая оболочка работает как распорная конструкция типа тонкостенной арки с пролетом $l (l \leq 1/2 L)$. Для погашения распора в этом направлении предусматриваются диафрагмы жесткости, устанавливаемые по длине оболочки с шагом, равным

$(1...1,5)l$.

Диафрагмы жесткости цилиндрической оболочки выполняются как сплошные стены жесткости, как фермы, вделанные в оболочку как арки с затяжками. В то же время распор, который действует между диафрагмами жесткости, должен быть воспринят так называемым *бортовым элементом*, который работает как балка в горизонтальной плоскости и переносит распорные усилия на диафрагмы жесткости.

Отношение конструктивного подъема цилиндрической оболочки или ее стрелы f к распорному пролету l не должно быть менее $*/г$ и не более Vz . Распорный пролет, или длину волны длинной цилиндрической оболочки, обычно принимают не более 12 м.

Бочарные и тороидальные оболочки в отличие от цилиндрических работают как распорные конструкции и в продольном, и в поперечном направлениях. В поперечном распоре, так же как и у цилиндрических оболочек,

воспринимается диафрагмами жесткости. Для восприятия же распора в продольном направлении предусматриваются затяжки. Эти затяжки заделываются по концам бортовых элементов, а в пролете подвешиваются к ним для предупреждения провисания. Если покрытие состоит из рядом расположенных нескольких оболочек, бортовые элементы, развитые в ширину, предусматриваются только в крайних пролетах. У бочарных и тороидальных оболочек диафрагмы жесткости можно предусмотреть только по торцам или же торцы решать переходом в коноиды (рис. XII.20, *и*).

Распор купольных оболочек воспринимается *опорным кольцом*, которое можно установить на колонны как

внешне безраспорную конструкцию. Распор купола может быть воспринят также наклонными стойками и перенесен ими на замкнутый кольцевой фундамент (рис. XII.21).

Распор парусных, сводов воспринимается арматурой в парусах и бортовым элементом опорной арки с затяжкой, связывающей ее концы. Эту арку часто заменяют сегментной арочной фермой, непосредственно опирающейся на опоры сооружения.

Распор оболочки, имеющей форму гипара на квадратном плане, передается от покрытия на бортовые элементы, которые работают как балка или опираются непосредственно на несущие стены (рис. XII.23).

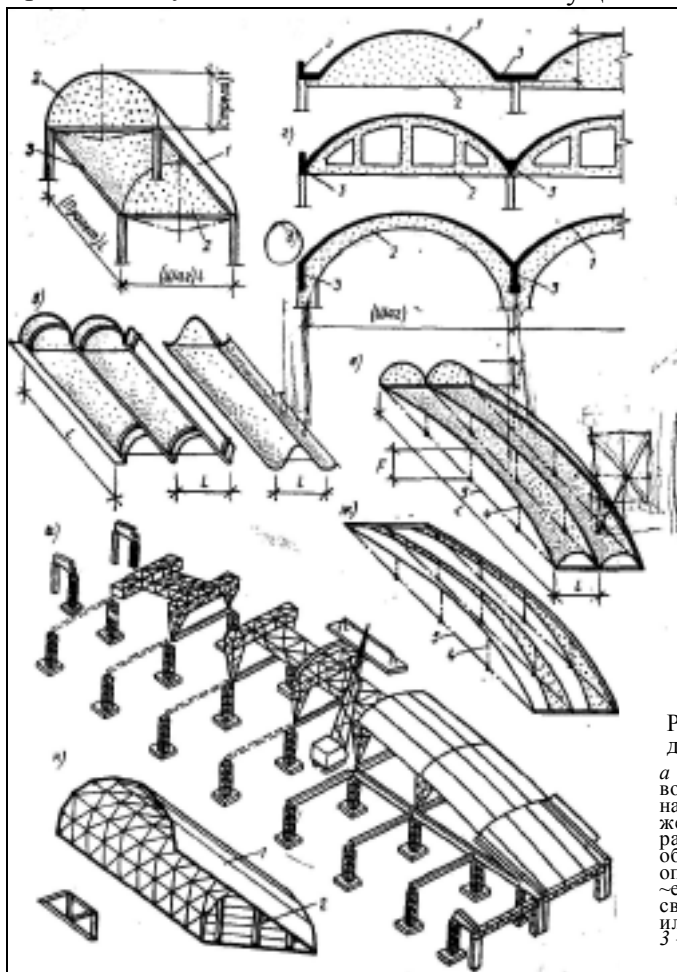


Рис. XII.20. Пространственные своды-оболочки:

а — длинная цилиндрическая; *б* — многоволновая цилиндрическая и синусоидальная оболочки; *в* — сплошная диафрагма жесткости; *г* — арочная диафрагма; *д* — раменная диафрагма; *е* — бочарный свод-оболочка; *ж* — то же, с коноидальным опиранием; *и* — схема монтажа бочарного свода; *к* — сборный сетчато-ребристый свод-оболочка; *л* — оболочка монолитная или сборная; *м* — диафрагма жесткости; *н* — бортовой элемент; *о* — подвеска; *п* —

Рис. XII.21. Купола — оболочки:

a — гладкий; *б* — ребристый; *в* — сетчатый; *г* — многоволновый; *д* — купол на вертикальных стойках; *се* — купол на наклонных стойках; *ж* — звездный купол из треугольных плит и стержней по системе М. С. Туполева (фасад и план); *з* — оболочка; *2* — опорное кольцо; *3* — стержни сетчатого купола; *4* — стойки; *5* — связи жесткости; *6* — опоры; *7* — типовые треугольные плиты; *8* — стержни или затяжки в проемах звездного купола

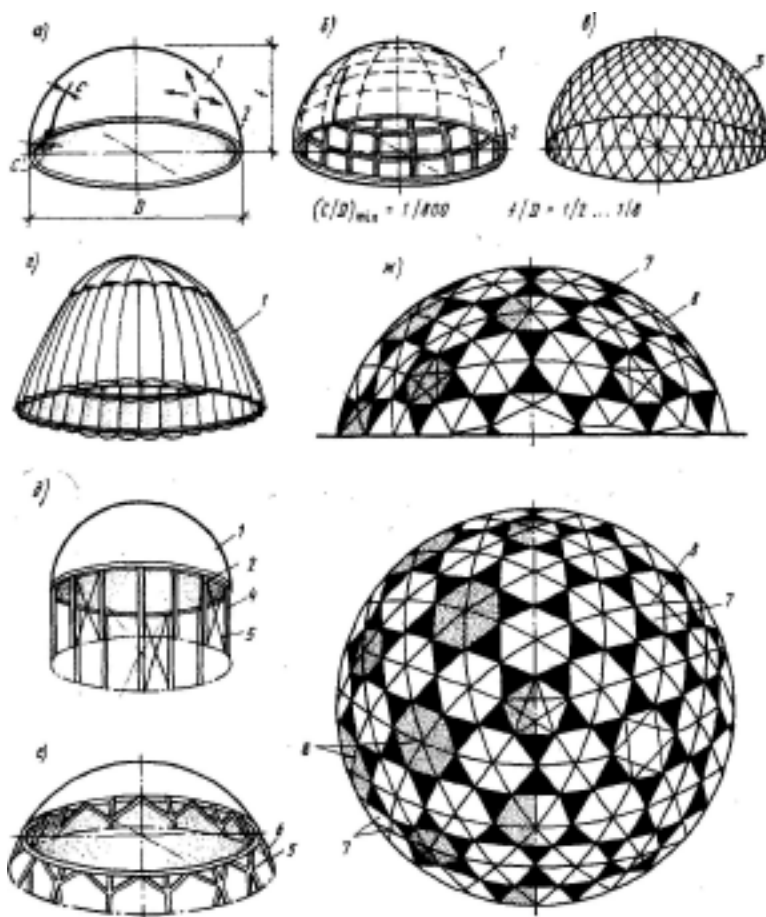
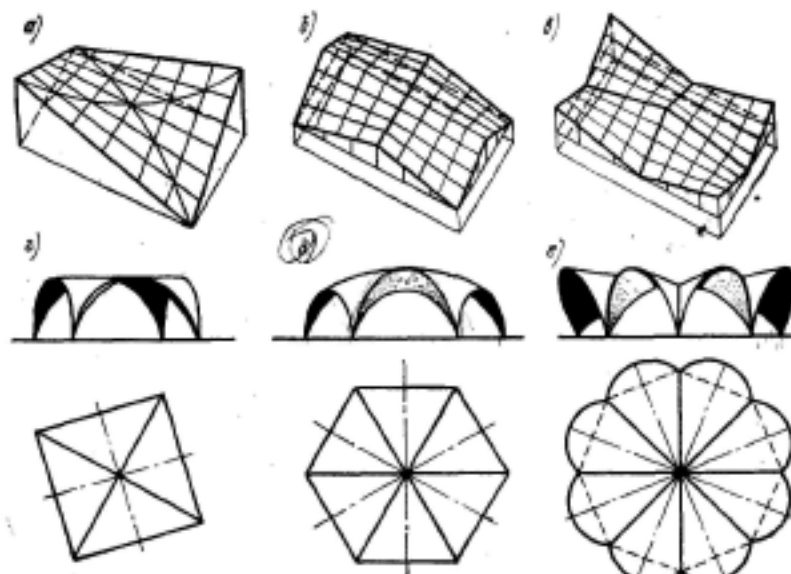


Рис. XII.22. Оболочки типа гипар и примеры комбинированных оболочек:

a — построение оболочки с поверхностью гиперболы — гипара; *б, в* — покрытие здания оболочками из четырех гипаров; *г* — комбинированная оболочка из двух пересекающихся цилиндров; *д* — из трех бочарных оболочек; *е* — из четырех цилиндрических оболочек с наклонными осями



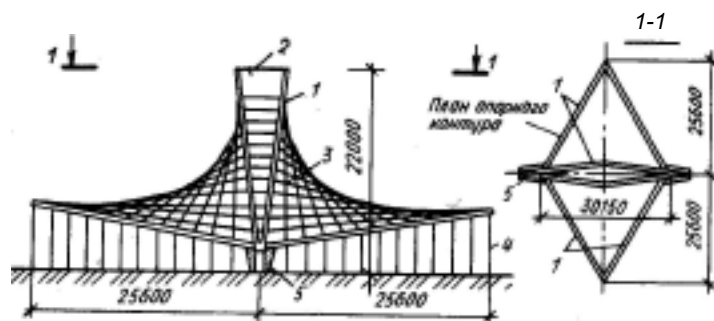
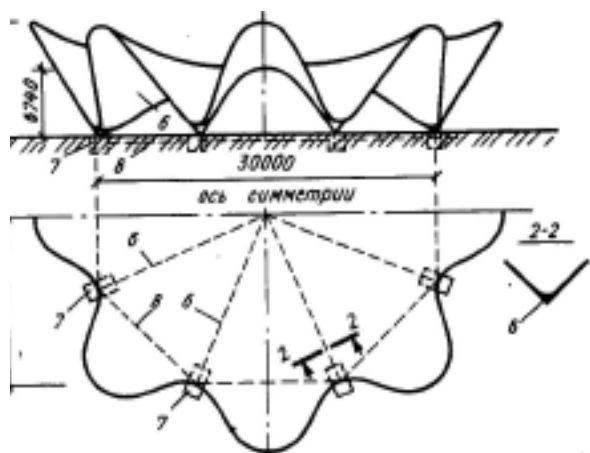


Рис. XII.23. Комбинированные оболочки из гипаров

значительной кривизны: а — покрытие из двух гипар (Мексика); б — покрытие из восьми пересекающихся гипар (Мексика); 1 — опорный контур; 2 — стяжки-распорки между двумя опорными контурами; 3 — железобетонная монолитная оболочка; 4 — оттяжки, заанкеренные в грунте; 5 — две боковые опоры, поддерживающие все покрытие; 6 — линии пересечения поверхностей гипар; 7 — столбчатые фундаменты; 8 — затяжки, воспринимающие распор от оболочки



По форме сечений оболочки можно разделить на гладкие, ребристые и сетчатые; по методу возведения — на монолитные, сборные и сборно-монолитные. — Гладкие оболочки выполняются, как правило, монолитными. По расходу железобетона они наиболее экономичные.

Сборные оболочки монтируются из тонкостенных железобетонных плит, окаймленных ребрами. Ребра служат для соединения оболочки между собой, причем между ребрами оставляются швы, куда закладывается арматура, после чего швы заполняются цементным раствором. При этом получают ребристые оболочки.

Сетчатые оболочки могут быть выполнены по тому же принципу, что и сборные ребристые, с той лишь разницей, что их тонкостенная часть между ребрами заменена каким-либо другим неконструктивным материа-

лом, например стеклом. Такие конструкции могут собираться и из отдельных железобетонных или металлических стержней (рис. XII.21, в).

Особое место среди купольных оболочек занимают так называемые *кристаллические* собираемые из стержней или из треугольных панелей, имеющие минимальное количество типовых размеров. Такие конструкции были в 40-х годах почти одновременно предложены в Советском Союзе проф. М. С. Туполевым и в США известным конструктором Фуллером.

В покрытиях, составленных из нескольких обдлочек, последние не обязательно должны сопрягаться друг с другом. Они могут быть соединены и жесткими линейными элементами — стержнями, металлическими фермами, которые могут быть использованы для организации верхнего света (рис. XII.23, а).

В тех случаях, когда оболочка опирается на отдельные фундаменты, расположенные в углах правильного многоугольника, распор может быть воспринят затяжками, соединяющими попарно эти фундаменты. В этих случаях фундаменты работают как безраспорная конструкция (рис. XII.23,б).

Складки в отличие от оболочек формируются из тонкостенных плоских элементов, жестко скрепленных

между собой под различными углами. Если сечение складки от опоры до опоры постоянно и не меняется в пролете, то такую складку называют призматической. Призматические складки в основном применяются углового и трапециевидного сечения (рис. XII.24,а, б).

Длинномерные, опертые по двум сторонам, призматические складки работают в продольном направлении как балка, а в поперечном — как ра-

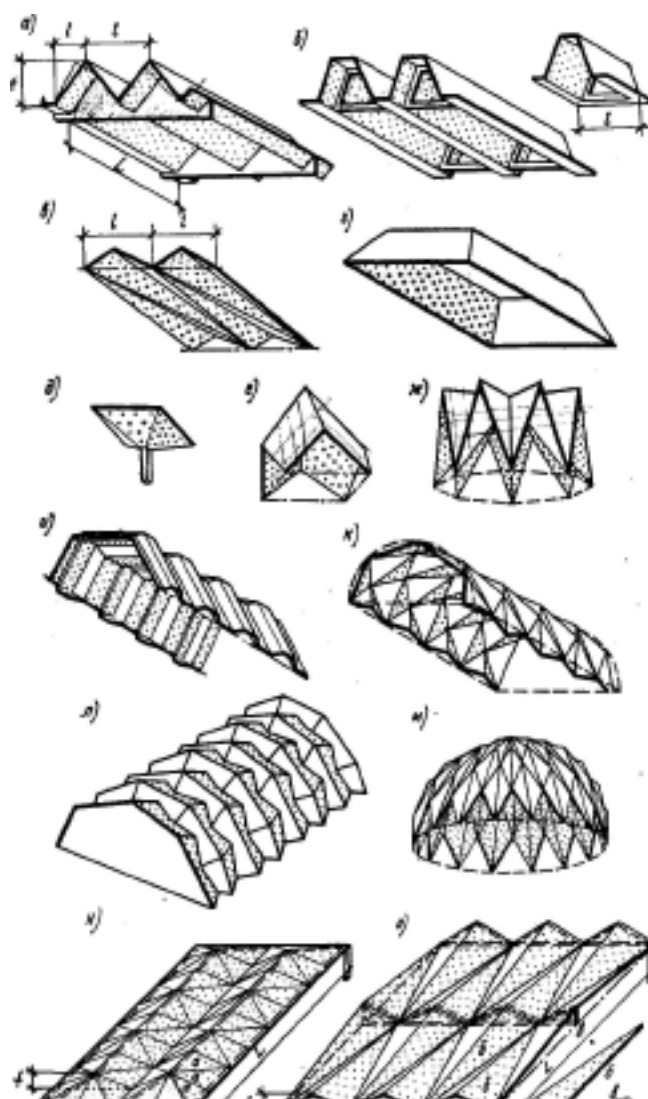


Рис. XII.24. Складки и-шатры:

а, б — призматические пилообразные и трапециевидные; в — пилообразные из треугольных плоскостей; г — шатер с плоским верхом; д — складка-капитель; е — складка-шатер со спущенными краями; ж — многогранный шатер; и, к, л — многогранные складчатые своды; м — многогранный складчатый купол; н — сборное складчатое призматическое покрытие (ПНР); о — сборная складка из плоских элементов (ГДР)

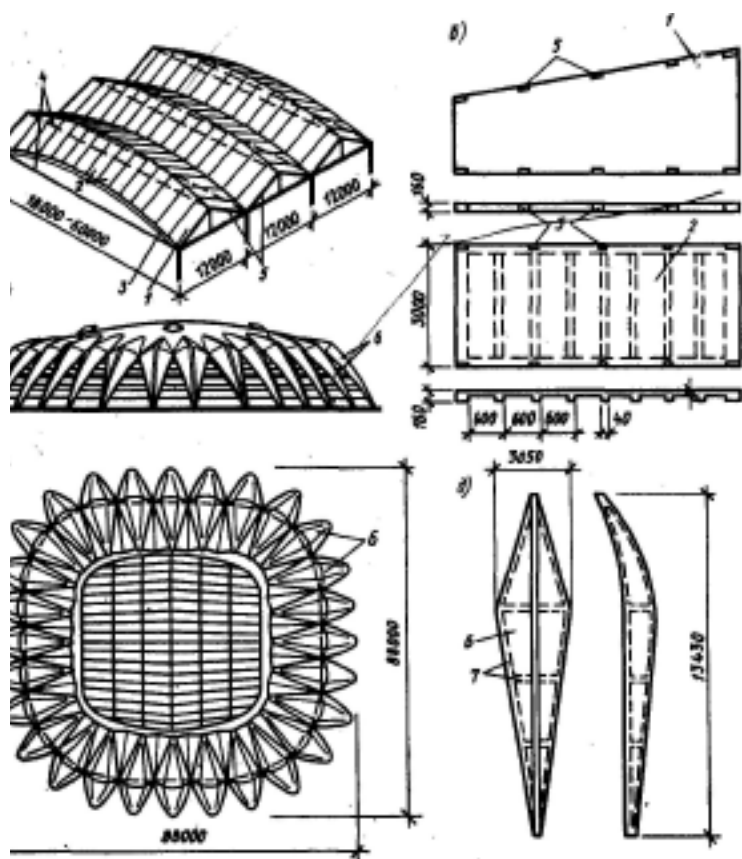


Рис. XI 1.25. Складки-оболочки:

a — сводчатая, собираемая из плоских элементов; *б* — плиты, применяемые в складке *a*; *в—д* — покрытие над универсальным спортзалом «Дружба» в Москве (*в* — фасад; *г* — вид сверху; *д* — опорная складка-оболочка); *е* — плита свода (опорная); *ж* — рядовая плита свода; *з* — опорный контур; *и* — затяжки; *к* — закладные элементы в плитах; *л* — сборные опоры ромбовидных складчатых оболочек; *м* — ребра сборных элементов

ХП.24, *г—м*). Конструктивная высота длинномерных складок, как призматических, так и косоугольных, не должна быть меньше $1/10 \dots 1/15$ главного пролета L : пролет L у таких складок обычно не превосходит 50 м, а в шатровых - 20 м.

ма, распор которой наподобие цилиндрических оболочек погашается боковыми гранями смежных складок; лишь крайние складки должны быть обеспечены соответствующими бортовыми элементами. По торцам призматических складок устанавливаются диафрагмы жесткости, которые повторяются и в пролете.

К непризматическим складкам относятся складки двускатные со сходящимися гранями, шатровые, косоугольного плана, с одинаковым уклоном граней со всех четырех сторон, сводчатые и купольные (рис.

Складки бывают монолитные и сборные, гладкие и ребристые. Монолитные складки выполняются обычно гладкими, с толщиной стенки не менее 5 см. Сборные выполняются из плоских плит, окаймленных ребрами, высота которых принимается $V_{100} \cdot \dots \cdot \text{мм}$ главного пролета, а толщина самой плиты принимается в 2..3 раза меньше, но не менее 3 см. При этом горизонтальные грани трапециевидных складок, которые воспринимают основные сжимающие усилия, обычно делаются в 1,5... 2 раза толще, чем наклонные грани. Утолщение граней предусматривается также в местах их угловых соединений.

Складчатые покрытия могут образовывать своды с пролетами до 60 м и выше (рис. ХП.25,а). В этом случае верхние и нижние опоры, собранные из плоских элементов, соединя-

ются затяжками, а в торцах предусматриваются треугольные опорные рамы. Сборные плиты таких сводов ребристые, прямоугольные.

Складки могут быть выполнены также и в комбинации с оболочкой, как это было осуществлено на олимпийском объекте «Дружба» в Москве (рис. XII.25,6).

Материалом для складок служит в основном железобетон, однако складки могут быть выполнены и из клееной древесины, и из металла. Металлические складки обычно изготавливаются из стального листа, усиленного по краям уголком.

XII.8. Висячие системы покрытий

Висячие конструкции представляют собой один из наиболее экономичных видов покрытий, благодаря тому, что материал несущих конструкций работает исключительно на растяжение и несущая способность конструкций используется полностью.

Основным несущим элементом для висячих покрытий могут служить металлические канаты, тросы или, как обычно их называют, ванты, металли-

ческие полосы и целые листы, металлический прокат, синтетические и другие материалы.

Основной недостаток свободно провисающих несущих систем — неустойчивость их формы. Для предотвращения этого необходима стабилизация конструкций.

Стабилизацию висячих покрытий выполняют по-разному: а) путем пригрузки до достижения общей массы покрытия 1 кН/м^2 (100 кг/м^2), которую ветер не может вывернуть; б) путем «ужесточения» конструкции — приданием жесткости ее форме; в) посредством предварительного напряжения несущих тросов стабилизирующими тросами.

В связи с этим и различают следующие виды висячих покрытий, схемы которых даны на рис. XII.26:

а) пригруженные, у которых на свободно подвешенные ванты укладываются металлические или железобетонные балки, поверх которых кладут железобетонные плиты и элементы покрытия. Плиты могут быть уложены и непосредственно на ванты. Кроме того, любая висячая конструкция, вес которой превышает 1 кН/м^2 , мо-

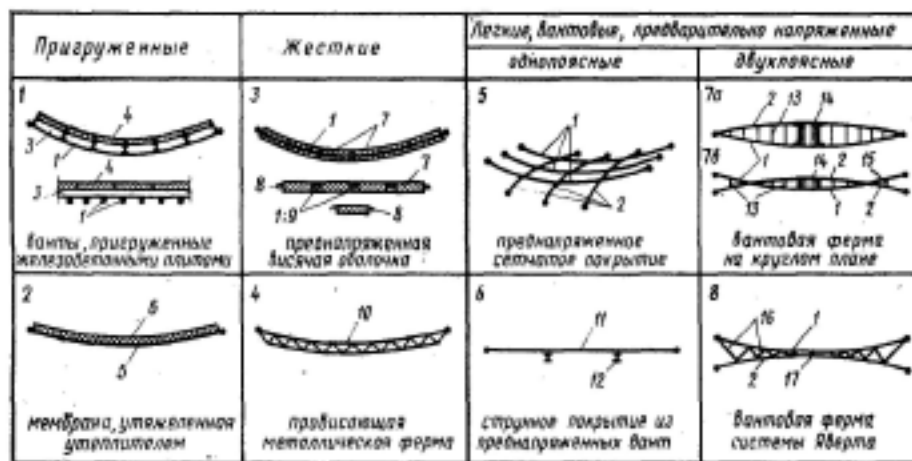


Рис. XII.26. Виды висячих покрытий:

1 — несущие ванты (всегда выгнуты книзу); 2 — предварительно напряженные, стабилизирующие ванты (всегда выгнуты вверх); 3 — балки; 4 — плиты покрытия; 5 — мембрана; 6 — утяжеляющий утеплитель; 7 — железобетонные плиты, подвешиваемые к вантам на крюках; 8 — крюки; 9 — швы между плитами, заполняемые бетоном под временной пригрузкой покрытия; 10 — провисающая ферма; 11 — ванта-струна; 12 — промежуточные опоры для свободного опирания струн; 13 — распорки; 14 — центральный барабан; 15 — растяжки; 16 — диагональные растяжки; 17 — узел соединения несущей и стабилизирующей вант

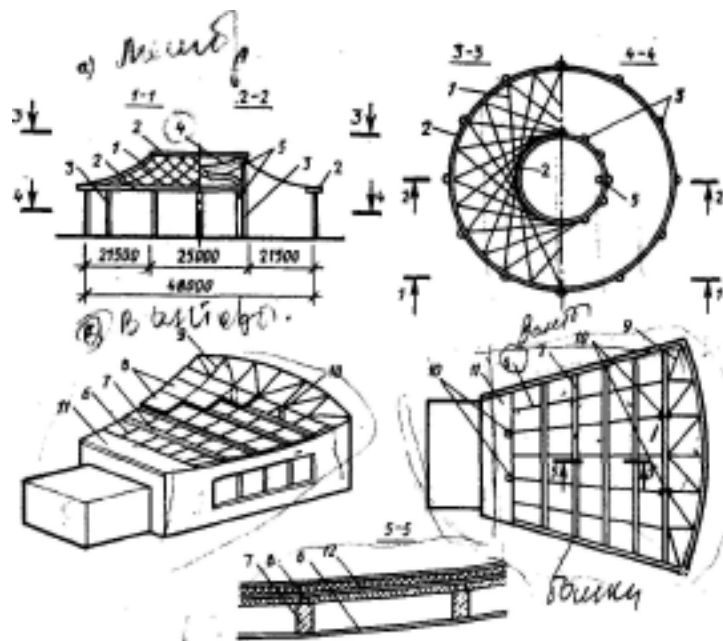


Рис. XII.27. Типы пригруженных покрытий: а 1- покрытие *шю* В. Г. Шухову (1898 г.); б 2- покрытие из вант, балок и железобетонных плит (ФРГ, 1950 г.); 1 — сетка из металлических полос; 2 — опорные кольца; 3 — стойки; 4 — провисающая мембрана; 5 — водоотвод; 6 — ванты; 7 — балки; 8 — сборные железобетонные плиты; 9 — ферма, воспринимающая распор от вант и передающая его на боковые стены; 10 — колонны под нижним поясом горизонтальной фермы; 11 — плита, воспринимающая распор от вант и передающая его на боковые стены; 12 — кровля

жет тоже считаться пригруженной. К такой, например, можно отнести первые висячие покрытия, построенные по проекту В. Г. Шухова и состоящие из тяжелых металлических лент, покрытых сверху железными листами (рис. XII.27).

б) "ужесточенными" считают такие висячие системы, жесткость которых препятствует возникновению недопустимых кинематических и упругих деформации. Сюда относятся в основном висячие предварительно напряженные оболочки (рис XII.28, XII.29), а также провисающие балки и фермы, очертание которых заранее согласовано с очертанием провисающей, свободно подвешенной нити. Висячие оболочки применяют круглой, овальной и прямоугольной форм в плане. Висячие предварительно напряженные оболочки обычно выполняют из железобетонных плит, которые навешивают на ванты с помощью крюков, выпущенных из торцов этих плит. Затем плиты пригружают временными нагрузками, швы между плитами заполняют бетоном и после его затвердения временные нагрузки снимают. При этом ванты, растянутые под

пригрузкой, стремясь сжаться, создают в висячей оболочке предварительное напряжение. Предварительное напряжение висячих оболочек может быть выполнено и без пригрузки. Для этого после замоноличивания швов ванты, заранее заложенные в специальные трубки, натягивают домкратами, а трубки после закрепления концов винт заполняют цементным раствором.

Круглые в плане висячие оболочки, как и другие висячие покрытия круглого плана, имеют то преимущество, что распор от покрытия погашается в круглом опорном контуре превращая конструкцию во внешне безраспорную. Это упрощает устройство опорных стоек или стен и фундаментов под ними. В то же время при часеобразном покрытии водоотводные трубы подвешиваются в помещении под ним, что не украшает интерьер.

В висячей оболочке на круглом плане можно достичь уклона к периметру при наличии центральной опоры, возвышающейся над наружным опорным кольцом. В висячих оболочках над зданиями прямоугольного плана не встречается затруднений с

отводом воды, которая при небольших уклонах кровли свободно стекает к торцам здания. В таких оболочках другие сложности — в каждом отдельном случае приходится находить особое, наиболее удобное решение для восприятия и передачи в грунт распора, возникающего в оболочке. При строительстве гаража в Красноярске такое решение нашли, устроив опоры в виде стоек с оттяжками, заанкеренными в грунт. Ограждение в этом случае установили наклонно в плоскости оттяжек. Пространство между наклонным ограждением и стойками было использовано для размещения вспомогательных служб и мастерских (рис. XII.29,а).

В зданиях вокзала в Чантили, вблизи Вашингтона, и рынка на Подоле в Киеве были использованы наклонные стойки, уклон которых примерно совпадал с направлением равнодействующих от распора и вертикальной составляющей реакции (рис. ХН.29,б).

Особое положение в висячих покрытиях занимают легкие вантовые, предварительно напряженные конструкции, вес которых обычно значительно меньше 1 кН/м^2 и устойчивость, которых обеспечивается лишь за счет предварительного напряжения конструкции покрытия. Такие покрытия выполняются в двух вариантах: как одноярусные конструкции (или поедва-

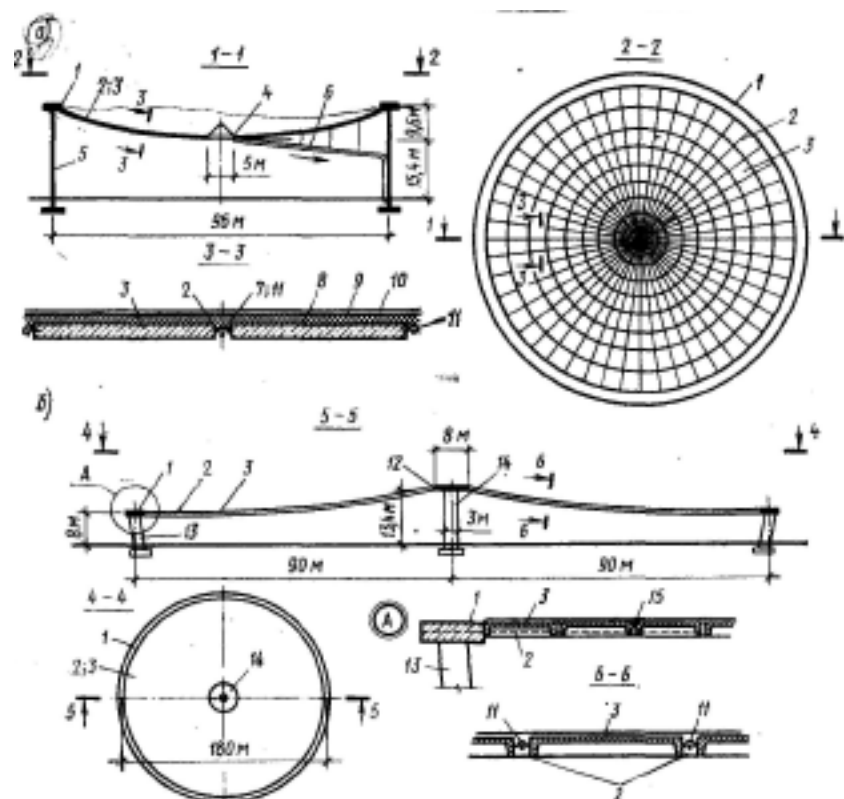


Рис. XII 28. Висячие оболочки:

и — висячая сборная оболочка на круглом плане (спортарена в Монтевидео); б — висячая сборная оболочка с опорой в центре (гараж, г. Киев); 1 — опорный контур; 2 — несущие ванты; 3 — плиты, подвешенные к вантам на крюках; 4 — центральное кольцо с фонарем; 5 — стена под опорным контуром; 6 — водоотвод; 7 — илюв между плитами, заполняемый бетоном при временной пригрузке покрытия; 8 — паронизация; 9 — утеплитель; 10 — гидроизоляция; 11 — крюк для подвешивания плит к вантам; 12 — центральная железобетонная плита для крепления вант; 13 — колонны по периметру здания; 14 — центральная опора; 15 — поперечные Ц1вы между плитами

рительнонапряженные вантовые сетки) и как *двухпоясные* (или предварительно напряженные вантовые фермы). И в тех и в других конструкциях различаем два вида вант: *несущие*, которые всегда выгнуты книзу и предварительно напряженные — стабилизирующие которые всегда выгнуты"кверху.

В сетчатом предварительно напряженном покрытии в г. Ралей (США) в качестве опорного контура покрытия были использованы две пересекающиеся наклонные арки, которые сами поддерживались натянутой сеткой, а стабилизировались оттяжками — стойками, заанкеренными в землю. Распор в этой конструкции воспринимался арками и передавался на арочные опоры (рис. XII.30). По тому же принципу построены покрытия над певческими эстрадами в Таллинне и Вильнюсе.

Особый вид представляют собой сетчатые покрытия, которые натянуты не на жесткий опорный контур, а на гибкие контурные тросы, именуемые тросами-подборами, которые опираются на стойки с оттяжками, а в другом направлении притянуты к ан-

жённые междувантами устанавливаются распорки, а сами ванты с наружной стороны покрытия закрепляются в контурное сжатое кольцо, выполняемое обычно из железобетона. Такое вантовое покрытие получило название «велосипедное колесо» (рис. XII.31,а).

В дальнейшем этот вид покрытия получил некоторое усовершенствование: покрытие над спортзалом «Юби-

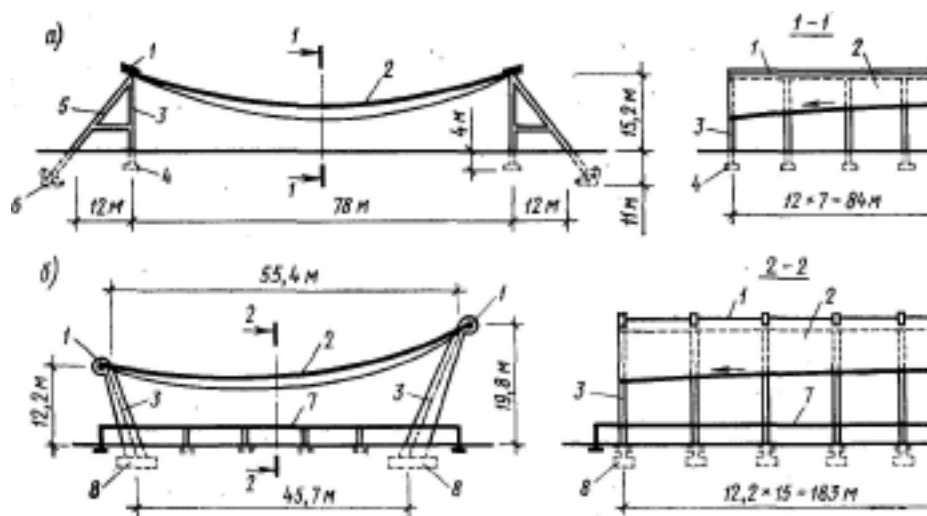


Рис. XII.29. Висячие оболочки на прямоугольном плане:

a — над гаражом в г. Красноярске; *b* — оболочка над аэровокзалом в Чантли (США); / -- опорный контур; 2 — висячая оболочка; 3 — опорная стойка; 4 — фундамент; 5 — оттяжка, обетоненная как наклонная стойка; 6 — анкер; 7 — перекрытие внутри здания; 8 — фундаменты под наклонными стойками

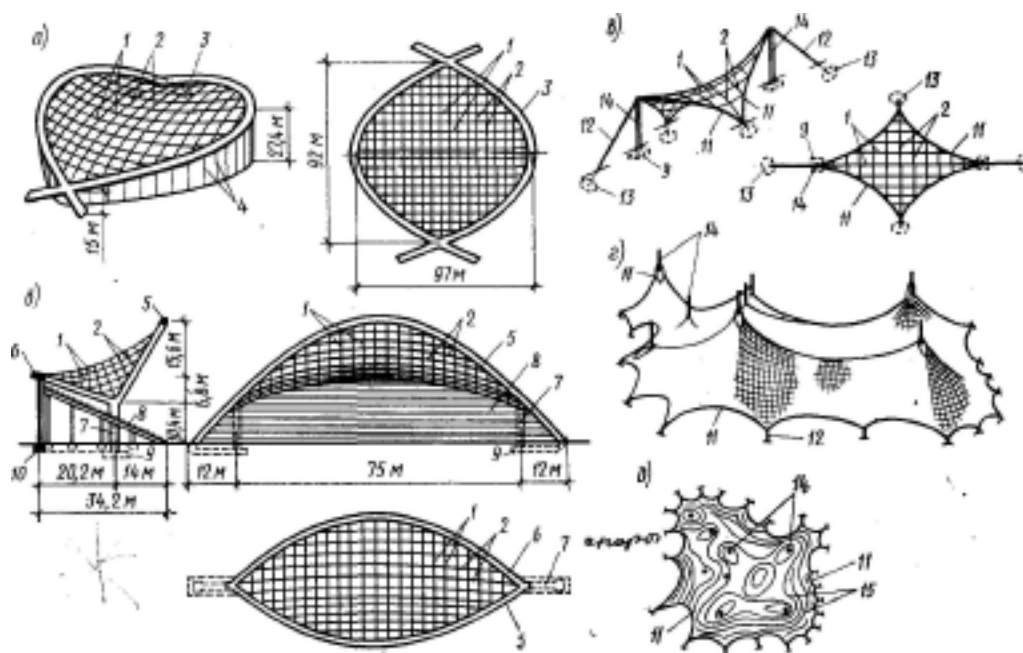


Рис. XII.-30. Однопоясные, сетчатые, вантовые покрытия:

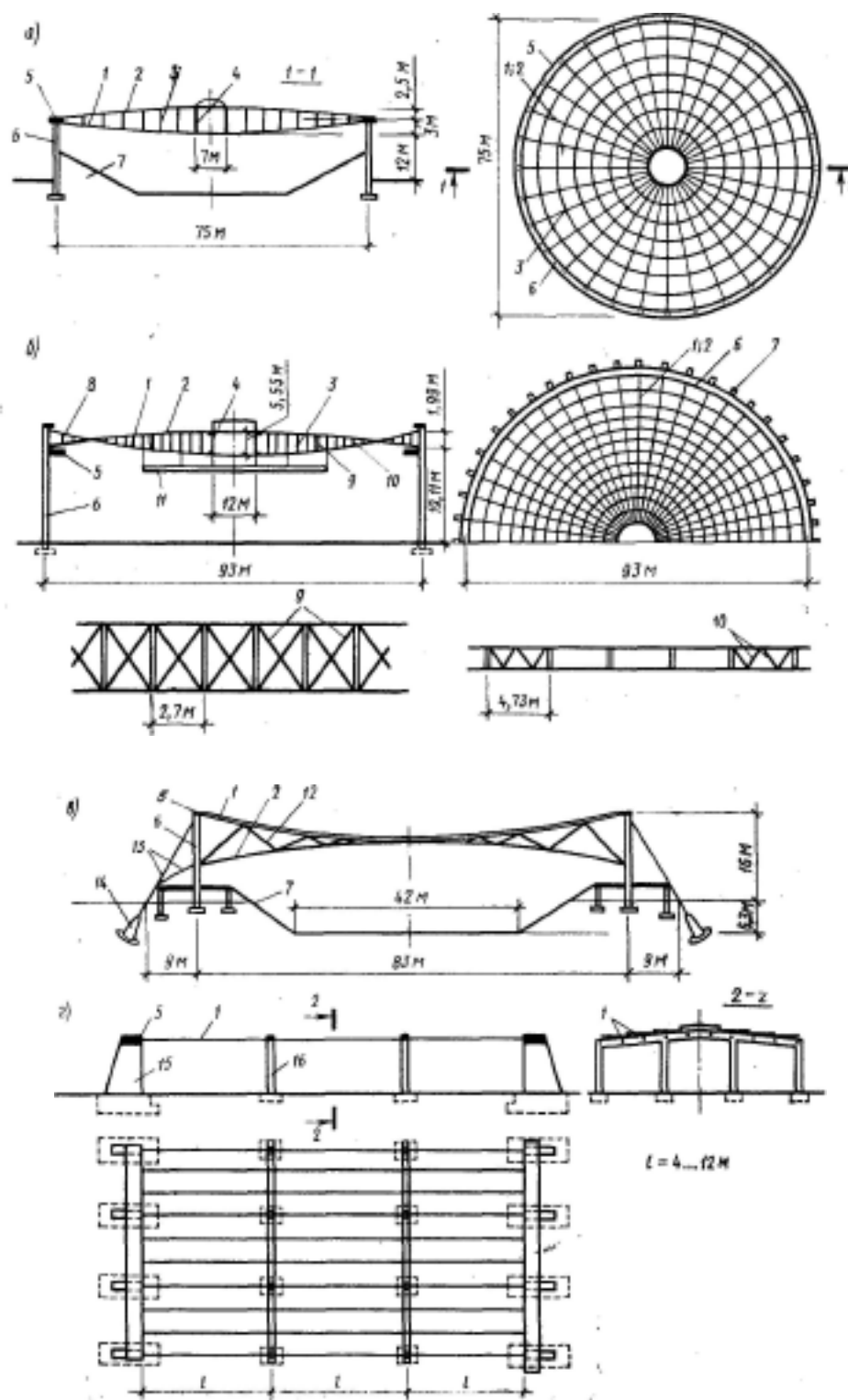
a — покрытие арены в США; *б* — покрытие певческой эстрады в Таллине; *в* — вантовая преднапряженная сетка с тросами-подборами; *г* — сетчатое, многомачтовое покрытие выставочного павильона ФРГ в Монреале; *д* — его план с горизонталями; *1* — несущие ванты; *2* — предварительно напряженные, стабилизирующие ванты; *3* — две пересекающиеся наклонные арки — опорный контур; *4* — оттяжки, используемые как каркас ограждения; *5* — передняя наклонная арка; *6* — задняя опорная арка, опертая на стену; *7* — опоры; *8* — трибуны; *9* — фундаменты; *10* — фундамент под стену; *11* — тросы-подборы; *12* — оттяжки; *13* — анкеры; *14* — мачты под верхнее опирание тросов-подборов; *15* — горизонтали покрытия

лейный» в Ленинграде имеет несущие и стабилизирующие ванты, которые пересекаются в пролете (рис. XII.31, б). Это позволило уменьшить высоту покрытия почти в два раза по сравнению с системами с непересекающимися вантами, без уменьшения стрел провисания несущих и стабилизирующих вант.

Струнные конструкции состоят из вант, сильно натянутых на массивные торцевые опоры и покрытых легкими металлическими листами кровли. Для уменьшения прогиба струны на всем протяжении между торцевыми опорами подперты рамами, установленными с шагом до 12 м. При такой конструкции прогибы покрытия не превышают $V_{50} \dots V_{100}$ шага промежуточных опор. Такая конструкция используется для покрытия складов и длинных вокзальных перронов (рис. XII.31, г).

Мембранные покрытия, состоящие из свободно провисающих или предварительно натянутых металлических листов имеют то преимущество перед вантовыми конструкциями, что мембраны являются одновременно и несущей, и ограждающей конструкцией. В то же время к недостаткам мембранных покрытий следует отнести больший расход металла, чем в вантовых конструкциях.

В Советском Союзе мембранные покрытия применены на нескольких олимпийских объектах в Москве. Так, ими покрыт главный крытый Олимпийский стадион на проспекте Мира. Здесь мембранное покрытие использовано совместно с провисающими фермами, расположенными радиально над овальным контуром стадиона. Они предназначены для монтажа мембран и придания жесткости по-



крытию. Наружным концом фермы крепятся к внешнему железобетонному контуру, а внутренним — к центральной каталитической платформе с "растянутым овальным контуром". Над Верхними поясами ферм натянута металлическая мембрана — несущий элемент кровли.

Другой принцип стабилизации мембраны применен в универсальном спортзале в Измайлове. Металлический лист закреплен в прямоугольном

(в плане) опорном контуре (рис. XII.32, а). Отвод воды с этой провисающей мембраны осуществляется за счет высоких отметок диагональных металлических лент, т. е. меньшей стрелы провисания этих лент, на которые опирается мембрана. Такая свободно провисающая мембрана при-
-тужена утеплителем и гидроизоляционным ковром, вес которых обеспечивают ее устойчивость при воздействии ветра.

Третий тип мембранного покрытия смонтирован над велотреком в Крылатском. Оно состоит из двух мембран-
-ран двоякой кривизны, натянутых на пересекающиеся металлические арки. Внутренние арки связаны между собой металлическими фермами, пространство между которыми служит для освещения велотрека дневным светом (рис. XII.32, б).

Помимо металла висячие конструкции могут быть выполнены из дерева, что особенно важно для районов, богатых лесом. Пример такого решения приведен на рис. XII.32, в. Покрытие состоит из провисающих деревянных ребер, один конец которых шарнирно прикреплен к деревянной арке, расположенной над серединой зала, а другой конец опирается на криволинейный опорный контур, тоже из дерева. На ребра уложены доски,

которые вместе с утеплителем и гидроизоляционным ковром образуют кровлю над спортзалом.

Важным элементом висячих покрытий является опорный контур. Обычно опорный контур имеет прямоугольное сечение и изготавливается из железобетона, как монолитного, так и сборного. При круглом и овальном планах контура его ширину принимают от $1/40$ до $1/60$ пролета, а высоту — от $1/2$ до $1/4$ ширины. Ширина прямолинейного опорного контура принимается от $1/8$ до $1/15$ расстояния между опорами, а высота — от $1/1,5$ до $1/3$ ширины. Указанные величины могут быть приняты как предварительные и уточнены расчетами. Опорный контур служит для крепления висячего покрытия, передающего на него растягивающие усилия. Провисающие фермы обычно крепятся к нему на шарнирах.

Мембраны могут привариваться к стержням, которые затем крепятся к контуру подобно вантам. Крепление вант может быть выполнено «намертво», т. е. без регулирования натяжения, или с возможностью такого регулирования.

При устройстве натяжных устройств, позволяющих подтягивать ванты, придавая им требуемое напряжение, применяют несколько способов: закрепление вант в шарнирах и натяжение с помощью муфт; пропуск вант через опорный контур и упор в него снаружи с помощью натяжных гаек и т. п.

Крепление покрытия к вантам выполняется несколькими способами в зависимости от вида покрытия. Если покрытие свегопрозрачное и состоит из синтетических листов, армированных проволокой, то крепление их выполняется обычными проволочными скрутками. При этом, чтобы предот-

Рис. XII.31. Двухпоясные, предварительно напряженные и струнные покрытия: а — двухпоясное на круглом плане над аудиторией (США); б — то же, над Дворцом спорта «Юбилейный» в Ленинграде; в — двухпоясное на прямоугольном плане над Дворцом спорта в Стокгольме; г — струнное покрытие; 1 — несущие ванты; 2 — стабилизирующие ванты; 3 — распорки; 4 — центральный барабан с фонарем; 5 — опорный контур; 6 — стойки; 7 — трибуны; 8 — оттяжки; 9, 10 — кольцевые связи жесткости; 11 — подвешенная платформа для оборудования; 12 — диагональные растяжки; 13 — оттяжки; 14 — анкеры; 15 — массивные крайние опоры для натяжения струн; 16 — промежуточные поддерживающие опоры

вратить протекание через проделанные для скруток отверстия, сверху наклеивается еще один слой неармированного синтетического листа (рис. XII.33).

Если в покрытии применен стальной или алюминиевый лист гофрированный, с утеплителем или без него, крепление выполняется с помощью стержней, приваренных к листу. При закругленных гофрах крепление может быть осуществлено крюками, пропущенными через верхнюю волну гофра

ры, над которой устанавливается гайка с резиновой шайбой, закрывающей отверстие.

Покрытие из трехслойных утепленных панелей крепится на прокладке из гетинакса, закрепляемой на пластинках, одновременно скрепляющих и пересечение вант. При этом верхние пластины панелей могут свариваться.

Покрытие типа висячей оболочки монтируют на крюках, на которых сборные железобетонные плиты под-

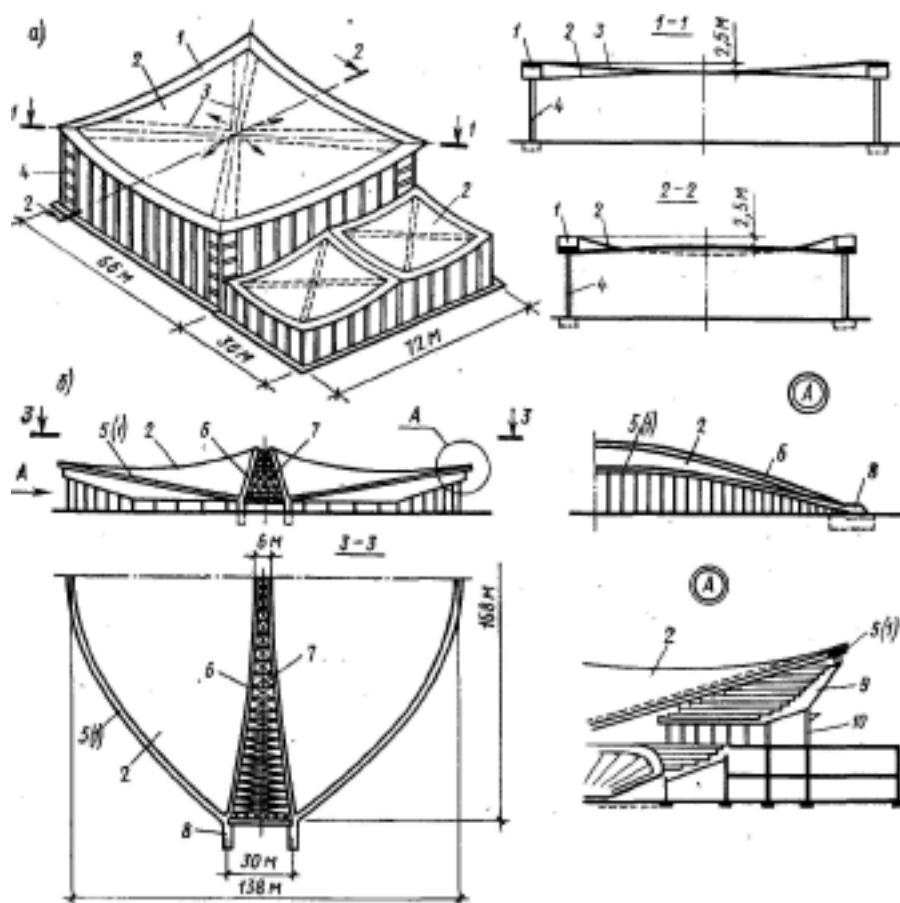


Рис. XII.32. Мембранные покрытия, деревянное висячее покрытие:

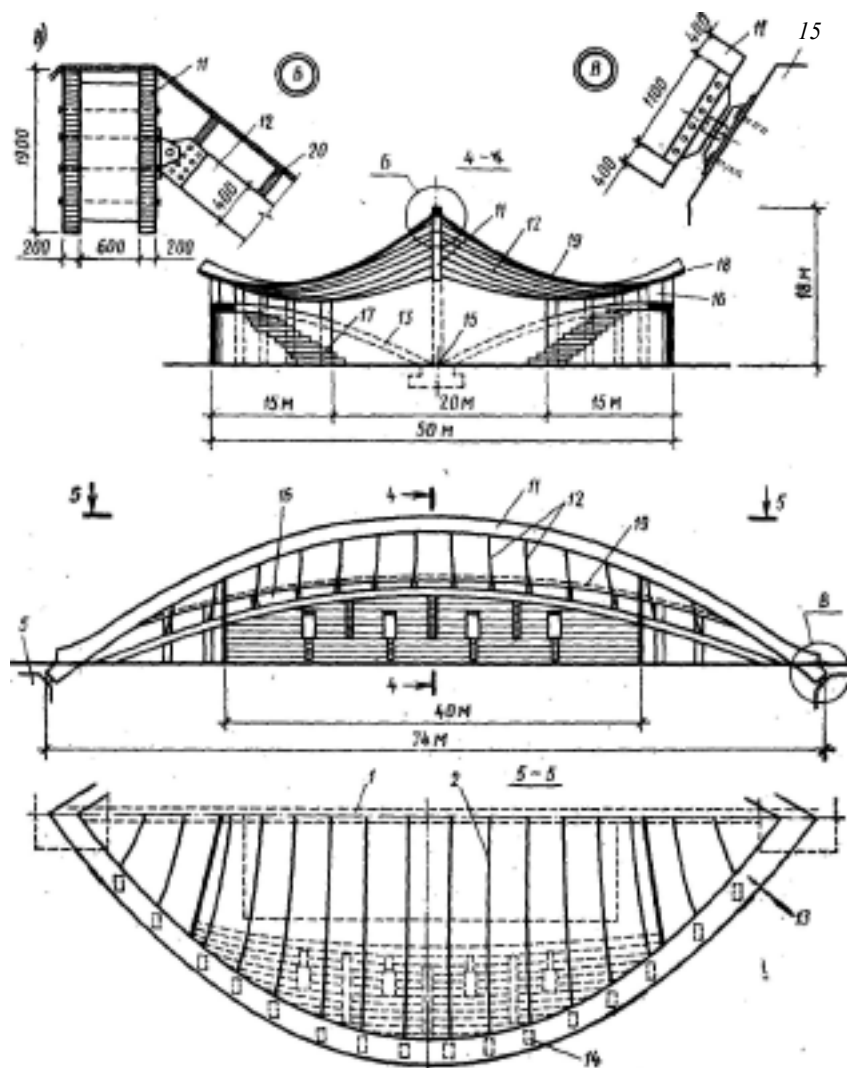
а — мембранное покрытие универсального спортзала в Москве; б — велотрек в Крылатском; в — деревянное висячее покрытие над спортзалом (Франция); 1 — опорный контур; 2 — мембрана; 3 — усиление мембраны в целях получения уклона кровли к периферии; 4 — стойки под опорным контуром; 5 — наклонная арка, опертая на колонны; 6 — центральные металлические арки; 7 — связи между центральными арками; 8 — опоры арок; 9 — трибуны; 10 — стойки под трибунами; 11 — центральная арка из клееной древесины; 12 — поперечные провисающие ребра; 13 — опорный железобетонный контур; 14 — колонны, поддерживающие опорный контур; 15 — фундаменты под центральной аркой; 16 — световые проемы между колоннами; 17 — трибуны; 18 — деревянные опорные арки над железобетонным опорным контуром; 19 — дощатое покрытие по поперечным провисающим ребрам; 20 — продольные ребра под дощатым покрытием

вешивают к несущим тросам. В швах между панелями, в которых несущих тросов нет, панели соединяют с помощью выпущенной из бетона арматуры, которую сваривают.

Панели временно пригружаются, и швы между ними замоноличиваются. После затвердения бетона в швах временная нагрузка снимается и тросы, растянутые под временной нагрузкой, стремясь сжаться, обжимают железобетонное висячее покрытие, превра-

щая его в предварительную напряженную висячую оболочку.

Важным конструктивным моментом у всех висячих покрытий является восприятие распора. В конструкциях с круглым или овальным в плане контуром распор полностью в нем погашается; контур в основном работает на сжатие и лишь при отдельных неравномерных положениях нагрузки воспринимает также и некоторые изгибающие моменты. Такая конструкция висячего покрытия внешне без-



Продолжение рис. XII.32

распорная, т. е. вертикальные опоры воспринимают вертикальные усилия.

Иначе обстоит дело с прямолинейным контуром. Опоры здесь воспринимают от покрытия как вертикальные нагрузки, так и распор, передавая равнодействующую от этих усилий на фундамент. В этих случаях часто опорам придают наклонную форму, с тем чтобы равнодействующая проходила возможно ближе к оси опоры при разных положениях нагрузки на покрытии (рис. XII.34, а, ж).

Большие значения распора при горизонтальной подошве фундамента могут вызвать сдвигу фундамента вдоль плоскости подошвы; чтобы этого не произошло, иногда приходится давать соответствующий уклон подошве фундамента. В тех случаях, когда проект сооружения позволяет соединить противолежащие фундаменты железобетонными ребрами или распорками, горизонтальные усилия в фундаментах могут быть ими погашены.

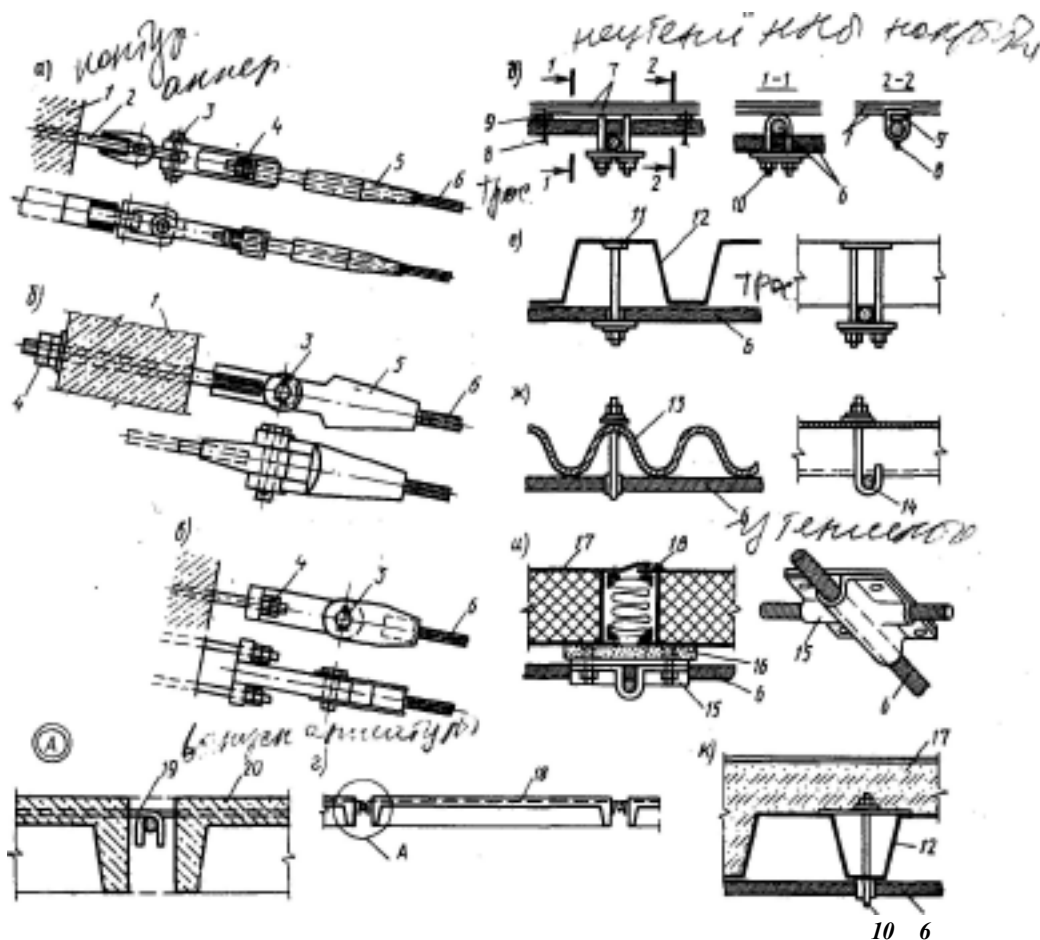


Рис. XII.33. Детали висячих покрытий:

а—г — варианты креплений тросов к опорному контуру; д—ж — неутепленные покрытия; и, к — утепленные покрытия; 1 — опорный контур; 2 — анкер; 3 — цилиндрический шарнир; 4 — двойные натяжные гайки; 5 — гильза для анкерования тросов; 6 — трос; 7 — армированная, синтетическая светопрозрачная пленка; 8 — проволоочная скрутка; 9 — выравнивающая прокладка; 10 — крюк с нарезкой; 11 — приваренные стержни с нарезкой; 12 — стальной профнастил; 13 — асбестоцементные плиты унифицированного профиля; 14 — кляммеры; 15 — профилированные прижимные стальные пластины; 16 — прокладка из гетинакса; 17 — алюминиевый лист; 18 — наваренный шов; 19 — крюк (выпуск арматуры); 20 — железобетонная плита

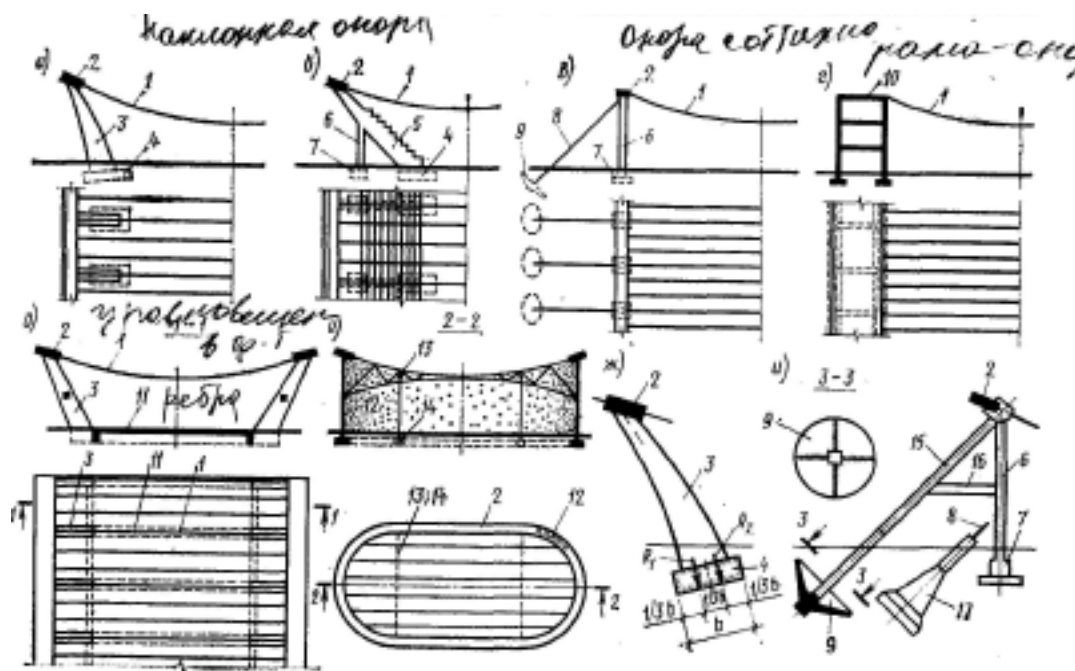


Рис. XII 34. Опирающие вант и учет распора:

а — наклонная опора; б — то же, с использованием опоры под трибуну; в — опора с оттяжкой; г — примыкающая рама в качестве опоры; д-с^а распор, уравновешенный в смыкающихся фундаментах; е — распор, воспринимаемый вертикально поставленными сводами с затяжками; * — крайние положения равнодействующих в фундаменте при условии отсутствия в его подошве растгивающих усилий; и — два варианта анкеров под оттяжку; / — несущая вант; 2 — опорный контур; 3 — наклонная опора с изогнутой осью, соответствующей положениям равнодействующих; 4 — фундамент; 5 — наклонная опора, используемая в качестве несущей конструкции трибун; 6 — стойка-подпорка; 7 — фундамент под ней; 8 — оттяжка; 9 — тарельчатый анкер; 10 — рама; 11 — ребра, соединяющие противоположные фундаменты; 12 — оваловые торцовые стены, работающие как вертикально поставленные своды; 13 — верхняя затяжка этого свода; 14 — нижняя затяжка; 15 — обетоненная оттяжка; 16 — соединительная перемычка; 17 — пирамидальный анкер

На рис. XII.34,е приводится пример рационального погашения распора от покрытия в здании с закругленными торцами, представляющими собой вертикально поставленные своды. В местах перехода этих сводов — криволинейной стены в прямолинейную — они стянуты затяжками, погашающими в сводах распор, поэтому горизонтальные усилия от висячего покрытия передаются на стены и на фундамент и погашаются в нем встречными направлениями этих усилий, вследствие чего весь ленточный фундамент под наружными стенами сооружения работает как обычный, безраспорный.

Подвешенные конструкции — это жесткие несущие конструкции, подвешенные на вантах, находящихся над ними. Различают три основных вида

подвешенных покрытий: мачтовые, башенные и мостовые (рис. XI 1.35).

Стабилизация мачтовых покрытий, представляющих обычно металлический каркас с легким заполнением, выполняется с помощью оттяжек, заанкеренных в грунт. Стабилизация башенных подвешенных покрытий обычно обеспечивается массой самого покрытия, подвешенного к достаточно массивной башне. Жесткое железобетонное мостовое покрытие поддерживается подвесками, закрепленными к вантам по аналогии с несущими вантами висячих мостов. Такая конструкция требует устройства мощных опорных устоев, сильно удорожающих конструкцию в целом, и очень веского технологического обоснования.

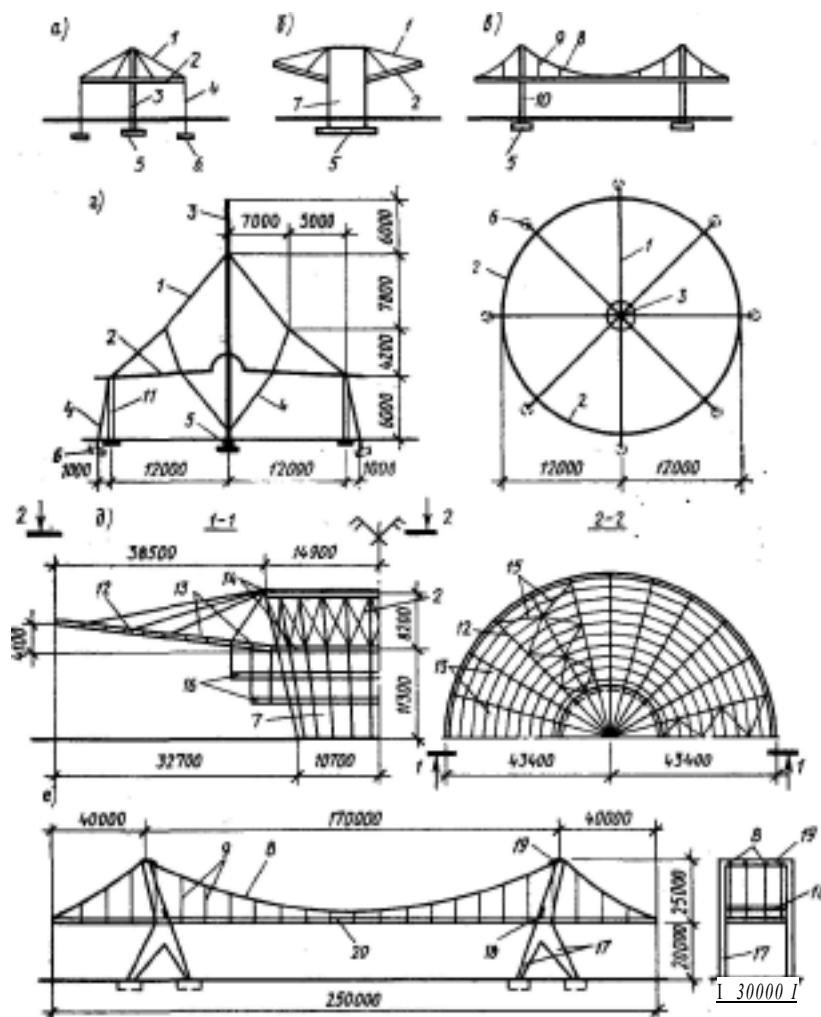


Рис. ХУ.35. Подвешенные на вантах жесткие покрытия:

а, г — с мачтовой опорой; б, в — с башенной; в, е — с мостовыми опорами; 1 — несущие ванты; 2 — диск покрытия; 3 — опорная мачта; 4 — ванты-оттяжки; Б — фундамент; 6 — анкеры; 7 — башенная опора; 8 — главные несущие ванты; 9 — подвески; 10 — мостовые опоры; // — самонесущие стены; 12 — жесткие ребра, подвешенные с помощью вант-оттяжек; 13 — плиты, уложенные по ребрам; 14 — опоясывающие кольца, верхнее растянутое и нижнее сжатое; 15 — связи; 16 — подвешенные галереи; 17 — стойки наклонной рамы; 18 — нижний ригель рамы; 19 — верхний ригель рамы с креплением на нем главных несущих мостовых вант; 20 — диск покрытия

ХИ.9. Пневматические и тентовые покрытия

Пневматическими конструкциями называют мягкие оболочки, несущие функции которых обеспечиваются воздухом, находящимся внутри них под некоторым избыточным давлением. Материалом для таких по-

крытий служит воздухонепроницаемая ткань. синтетическая обычно армированная, пленка.

Большие преимущества пневматических конструкций перед другими видами покрытий заключаются в небольшом весе и объеме, которые они имеют в ненадутом воздухе состоянии. Это значительно облегчает их

транспортировку и монтаж, который проводится без сложного строительного оборудования.

Все пневматические конструкции покрытий можно разделить на две резко различающиеся между собой группы: на воздухоопорные оболочки и воздухонесомые покрытия. Избыточное давление воздуха у первых находится под покрытием, а у вторых оно находится только в несущих пневмобаллонах (рис. XII.36, а—е).

Воздухоопорные оболочки чаще всего применяют цилиндрической или сферической формы.

Воздухонесомые покрытия — это пневмокаркасы, пневмоматы и пневмолинзы. Пневмокаркасы и пневмоматы наиболее рационально используются в форме арок, а пневмолинзы — в форме чечевицы или подушки.

Цилиндрические воздухоопорные оболочки выполняются обычно со стрелой подъема, равной от $\frac{3}{8}$ до $\frac{1}{2}$ -пролета Горцы заканчиваются либо сферической, либо цилиндрической поверхностью. Каждая такая оболочка состоит из следующих основных частей: шлюзов для перехода, оболочки, под которой находится избыточное давление воздуха, и вентилятора, поддерживающего это давление. Шлюзы обычно выполняют в виде легкого металлического каркаса, обтянутого той же тканью из которой сделана оболочка. Соединяется ткань шлюза с тканью оболочки с помощью переходника, т. е. ткани соответствующего раскроя. Освещаются помещения под пневмооболочками дневным светом через светопрозрачные вставки из соответствующих синтетических пленок. В нижней части оболочки устраивается так называемый силовой пояс, с помощью которого оболочка крепится к основанию.

Избыточное давление под оболочкой обычно не превышает 500Н/м.кв.) что человек, как правило, не ощущает. Для поддержания такого давления достаточно иметь один работающий вентилятор. Если при этом необходимо обогревать помещение под обо-

лочкой, то это выполняется калориферами, подающими теплый воздух. В целях уменьшения утечки воздуха, особенно из-под силового пояса, с его обеих сторон у основания предусматриваются фартуки из той же ткани. Наружный фартук присыпается землей, а внутренний помещается под поверхностью пола (рис. XII.37).

При соединении отдельных секций на строительстве пневмооболочки применяют монтажные швы, такие, например, как петельно-тросовый, накладной и др. Секций с внутренней и ТГаружной сторон снабжены фартуками, причем наружный фартук находится только у одной секции, которым закрывается сверху петельный шов, пристегиваясь ко второй секции с помощью кнопок.

Крепление воздухоопорной оболочки к основанию выполняется несколькими способами по рис. XII.38. На ленточных бетонных фундаментах крепление оболочки удобнее всего выполнять, используя прижимные пластины, надежно скрепленные с фундаментом. Временное одноразовое крепление оболочки к грунту выполняется анкерами в виде штырей, штыпов и винтовых

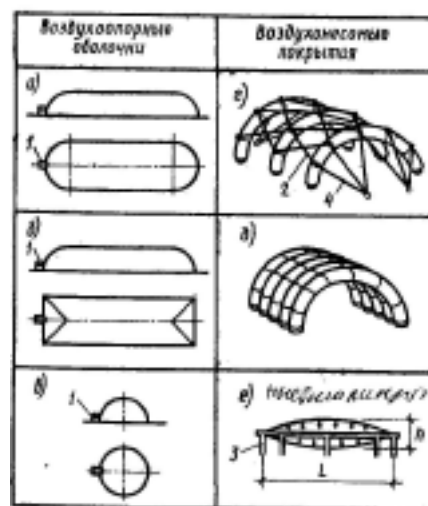


Рис. XII.36. Основные виды пневматических покрытий:

1 — шлюз; 2 — растяжки между пневмоарками; 3 — стойки, поддерживающие пневмолинзу; 4 — оттяжки

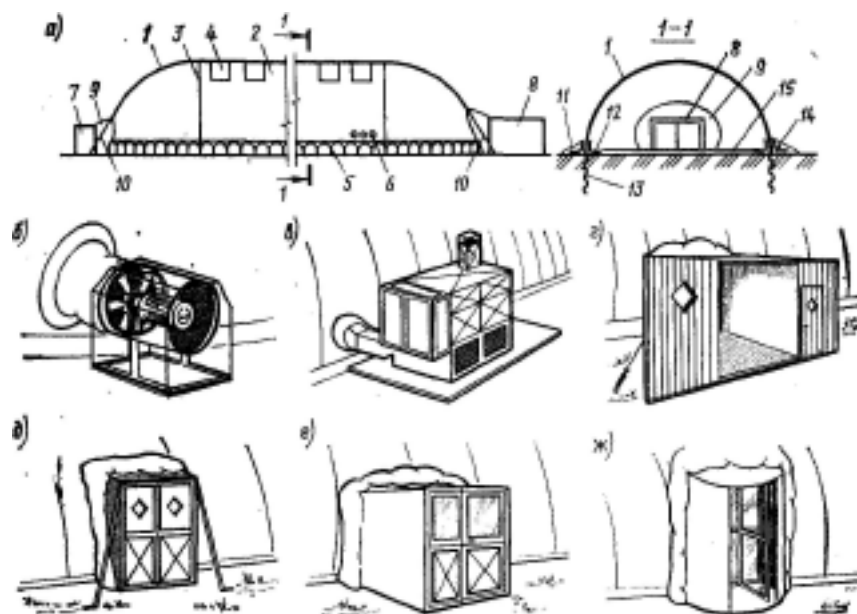


Рис. XII.37. Воздухоопорные оболочки и их элементы:

а — воздухоопорная оболочка; б — вентилятор, подающий воздух под оболочку; в — calorifier, подающий нагретый воздух; г — грузовой шлюз; д — шлюз, выдвинутый под оболочку; е — то же, снаружи оболочки; ж — шлюз с турникетом; 1 — торцевая секция оболочки; 2 — средняя секция; 3 — монтажный шов; 4 — светопрозрачные вставки; 5 — силовой, катаный пояс; 6 — патрубки для подачи воздуха под оболочку; 7 — шлюз для людей; 8 — шлюз; 9 — переходники; 10 — разгружающий трос; 11, 12 — фартуки, наружный и внутренний; 13 — анкер; 14 — присыпка; 15 — пол

свай в зависимости от размеров сооружения. Все эти анкеры имеют сверху проушину, через которую производится привязка к ним силового пояса оболочки.

Из воздухоупрспмых ПНЕВМАТИЧЕСКИХ конструкций чаще всего применя-

ют конструкции *пнемоарочные*. Они состоят из баллонов, наполненных воздухом с избыточным давлением до 100 кН/м². Которые служат несущими конструкциями для водонепроницаемой ткани самого покрытия. Для придания аркам устойчивости они рас-

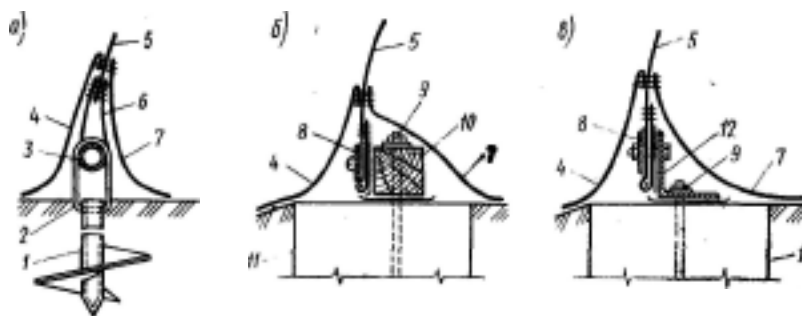
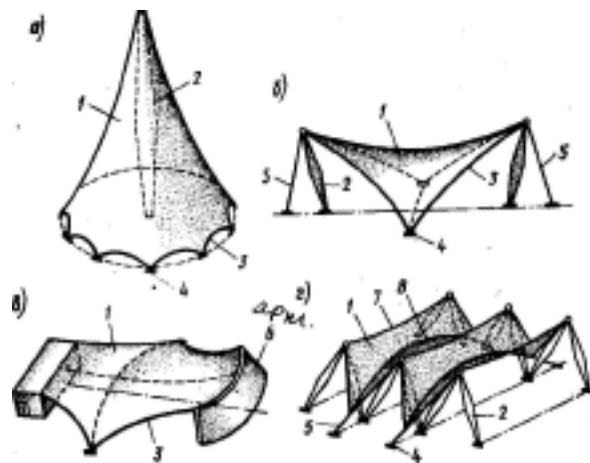


Рис. XII.38. Узлы воздухоопорной оболочки:

а — крепление оболочки к анкерным сваям; б, в — крепления к ленточным фундаментам; 1 — винтовая свая-анкер; 2 — серьга; 3 — распределительный натяжной элемент; 4 — фартук наружный; 5 — оболочка; 6 — ее кромка; 7 — фартук внутренний; 8 — прижимная планка; 9 — болт (анкер); 10 — брус из дерева; 11 — бетонный фундамент; 12 — металлический уголок

Рис. XII.39. Тентовые покрытия:
 а — конусообразное; б — с поверхностью гипара; в — на опорных арках; г — многоопорное с поверхностью гипаров; 1 — тент; 2 — стойка; 3 — трос или шнур-подбор; 4 — крепление к анкерам; 5 — оттяжка; 6 — наклонные опорные арки; 7 — опорный трос; * — накладной, предварительно натянутый трос



крепляются растяжками, к которым затем привязывается водонепроницаемая ткань. Может быть принято и другое решение, когда к аркам попарно пришивается водонепроницаемая ткань, образуя секции, из которых затем монтируется пневмоарочное покрытие.

Достоинство пневмоарочных покрытий перед воздухоопорными оболочками заключается в отсутствии необходимости в создании избыточного давления внутри арки, который работает по мере необходимости. Растяжки крепятся между собой с помощью тросов или шнуров, пущенных через мягкие петли, пришитые к наружной поверхности арок. К этим тросам или шнурам крепится водонепроницаемая ткань.

Пневмоматы арочного вида отличаются от пневмоарок тем, что они сшиваются из единого полотнища по специальному раскрою и представляют собой одновременно и несущую, и ограждающую конструкцию. Опираются на предварительно натянутый трос.

6 Зак. 1687

душки, которыми заполняются траншеи, вырытые вдоль краев покрытия. Диаметр баллонов пневмоарок принимают от $1/55$ до $1/25$ пролета, у арочных матов - соответственно от $1/20$ до $1/30$.

"Тентовые покрытия обычно применяются для временных сооружений."

Состоят они из мягкой водонепроницаемой ткани, которая натягивается, закрепляясь одними концами за возвышающиеся опоры, другими — за анкеру в грунте или за оттяжки, за тросы-подборы и т. п. По своей статической работе тенты очень близки сетчатым, предварительно напряженным вантовым покрытиям, с той только разницей, что вантовые сетки из металлических канатов могут выдержать значительно более высокие напряжения, чем ткань из хлопчатобумажных или синтетических нитей. Поэтому и пролеты, которые могут перекрыть такие тенты, существенно меньше, чем пролеты сетчатых ваюрэвых покрытий, и редко превосходят 10 м.

На рисГ*3Ш.39 изображены наиболее часто встречающиеся виды тентов. Они представляют собой криволинейные поверхности (гипары), седловидные поверхности и др. Тент может быть натянут и на многопролетный каркас с наклонными стойками. Такой тент в своей верхней части опирается на опорный трос, соединяющий вершины противостоящих наклонных стоек.

а в нижней части прижимается накладным тросом. От величины стрелы провисания опорного троса и стрелы подъема накладного троса зависит и архитектурная форма покрытия.

Натяжение тентов производится подтягиванием оттяжек, заанкеренных в грунт, накладных тросов, тросов-подборов и т. п.

Тент может иметь сложную поверхность, например, состоящую из взаим-

но пересекающихся гипаров, причем сами линии пересечения, если нет соответствующих накладных тросов, могут быть размытыми, т. е. закругленными. При таком решении концы тента не обязательно должны доходить до уровня грунта, а могут заканчиваться оттяжками, концы которых на некотором расстоянии от покрытия были бы заанкерены в грунт.

XIII Глава. Элементы одноэтажных зданий

XIII 1.1. Стеновые ограждения отапливаемых и неотапливаемых зданий

Стеновые ограждения большепролетных одноэтажных зданий могут быть несущими, самонесущими, навесными. Одновременно их подразделяют на утепленные и неутепленные.

Несущие стены чаще всего применяют в бескаркасных гражданских и некоторых промышленных зданиях. В промышленных сооружениях несущие наружные стены используют в основном при небольших пролетах. Материалом для несущих стен служит кирпич, мелкие и крупные блоки, реже — природный камень. Возводятся несущие стены " из этих материалов, как и в обычных каменных зданиях, с учетом необходимой расчетной толщины и прочности применяемых материалов. Утепленные несущие стены отличаются от неутепленных повышенной толщиной или добавлением теплоизолирующего слоя, находящегося снаружи или "внутри" стены. Если на стену из штучных материалов толщиной менее 500 мм устанавливают балки или фермы, то в местах их опирания устраивают пилястры. По верху таких несущих стен иногда укладывают железобетонный пояс.

Самонесущие стены в отличие от несущих не воспринимают никакой нагрузки, кроме собственного веса и сил ветрового напора. Эти стены устанавливают на фундаментные балки или

собственные фундаменты и располагают рядом с несущими колоннами, к которым крепятся гибкими связями, расположенными по высоте колонн (рис. XIII. 1, XIII.2). Такие связи не препятствуют усадке стены и в то же время не позволяют ей отделиться от колонны.

Ненесущие стены выполняются, как правило, из навесных панелей, которые могут монтироваться в виде горизонтальных, а также и вертикальных элементов. В первом случае панели крепятся непосредственно к колоннам, во втором — к ригелям, которые в свою очередь прикрепляют к колоннам. Материалом для навесных панелей может служить железобетон, легкий бери (керамзитобетон, пенобетон и т. п.), металлический листовой материал асбестоцементные плиты и т. п. Эти конструкционные материалы комбинируют с утеплителями разного рода, если 'стены должны быть утеплены, или применяются без утеплителя в неутепленных стенах.

Навеска железобетонных панелей осуществляется с помощью уголков или полосового металла и т. п. Раскладку панелей см. на рис. XIII.3, XIII.4.

Железобетонные неутепленные панели изготавливают плоскими, номинальной длины в 6 м и ребристыми длиной 12 м.

Утепленные стеновые панели выпускают обычно трехслойными, со сред-

ним слоем из легкого и двумя поверхностными слоями из тяжелого бетона.

В тех случаях, когда номинальная длина панели меньше шага несущих колонн, между последними устанавли-

вают дополнительные фахверковые колонны, к которым крепятся панели. Такое решение всегда характерно для торцовых и продольных стен.

Помимо легкобетонных применяют также панели, обшитые плоскими ас-

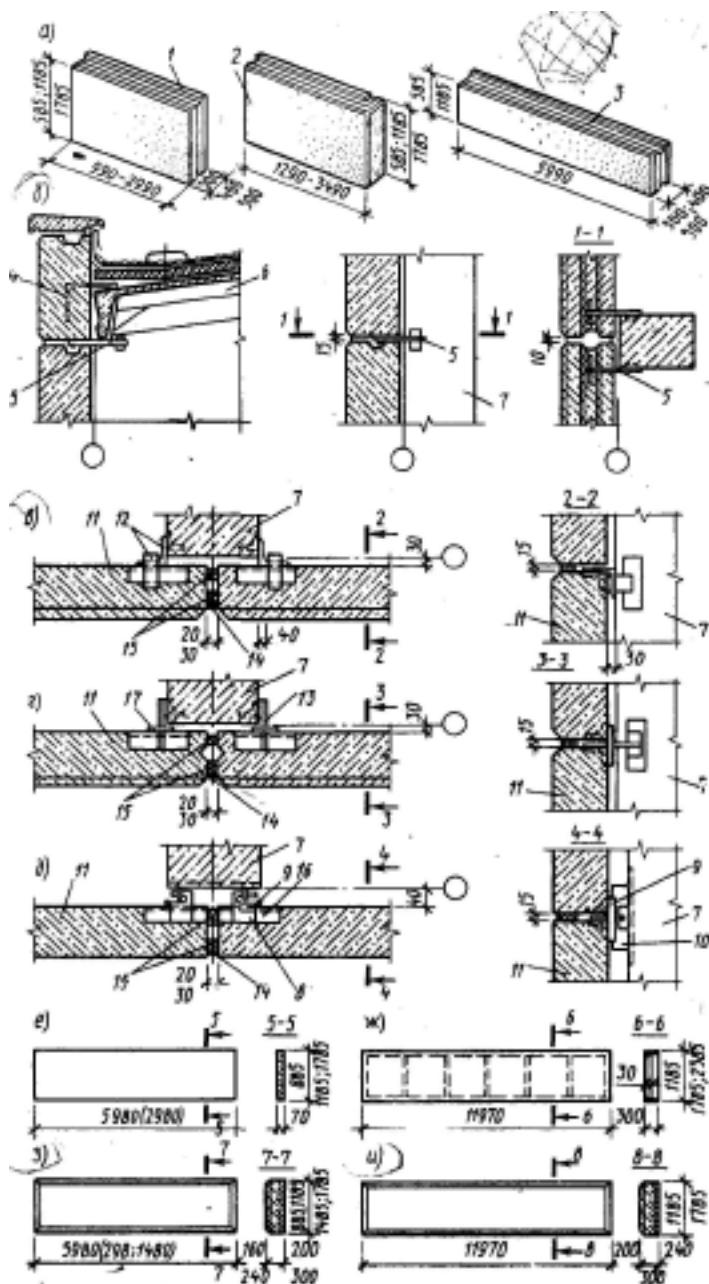


Рис. XIII.1. Стеновые ограждения блочные и панельные: а — типы крупных блоков; б — крепления блоков к элементам несущего остова; в — крепления стеновых панелей к колонне с применением уголков; г — то же с применением гибкого анкера и пластины-фиксатора; д — с помощью скобы и крюка (скрытое); е — стеновая панель для неотапливаемых зданий железобетонная плоская; ж — то же ребристая; з, и — стеновые панели для отапливаемых зданий из легких бетонов; 1 — рядовой блок; 2 — угловой; 3 — перемычный блок; 4, 5 — анкеры; 6 — плита покрытия; 7 — колонна; 8 — крюк из пластины; 9 — накладной стержень; 10 — скоба; // — стеновая панель; 12 — уголки; 13 — стержень; 14 — мастика; 15 — упругие прокладки; 16 — накладной уголок; 17 — фиксирующая пластина

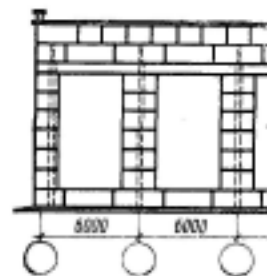


Рис. XIII.2. Схема раскладки крупных блоков

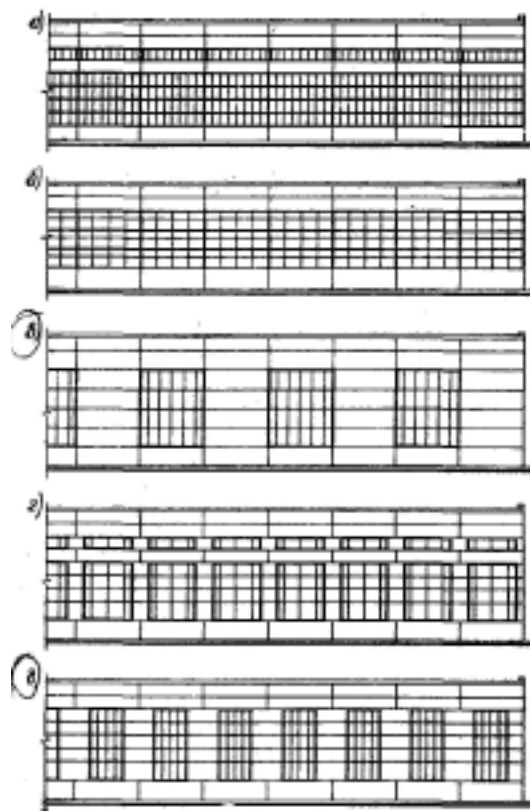
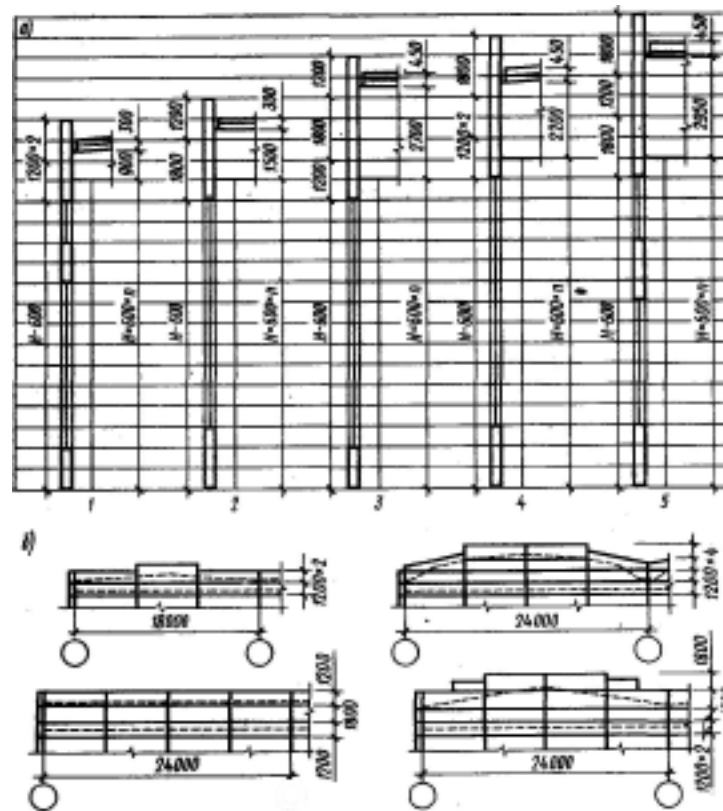


Рис. XIII.3. Варианты разрезки стен одноэтажных зданий:

а, б — при ленточном остеклении; в — при сплошном;
г, д — при проемах



О

Рис. XIII.4. Схема раскладки панелей стен одноэтажных зданий:
а — в продольных стенах; б—в торцевых стенах; 1—3 — при железобетонных фермах и балках покрытий; 4, 5 — при стальных фермах

Рис. XII 1.5. Панели из асбестоцементных изделий:

а — асбестопенопластовые панели; б — асбестометаллические; в — асбестоцементные экструзионные; 1 — асбестоцементный лист; 2 — пенопласт; 3 — минераловатные плиты; 4 — профили из металла; 5 — экструзионная многопустотная панель

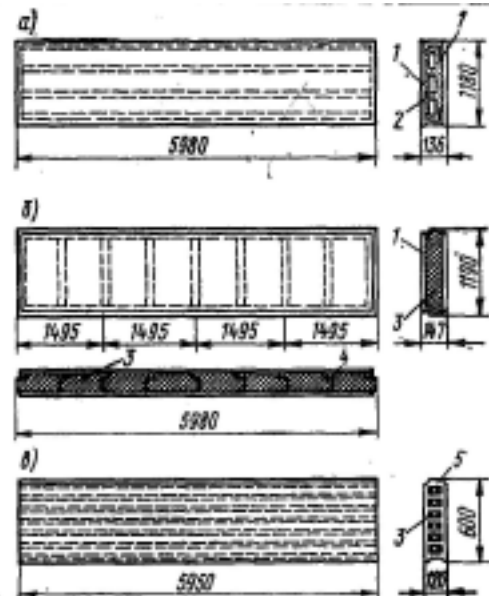
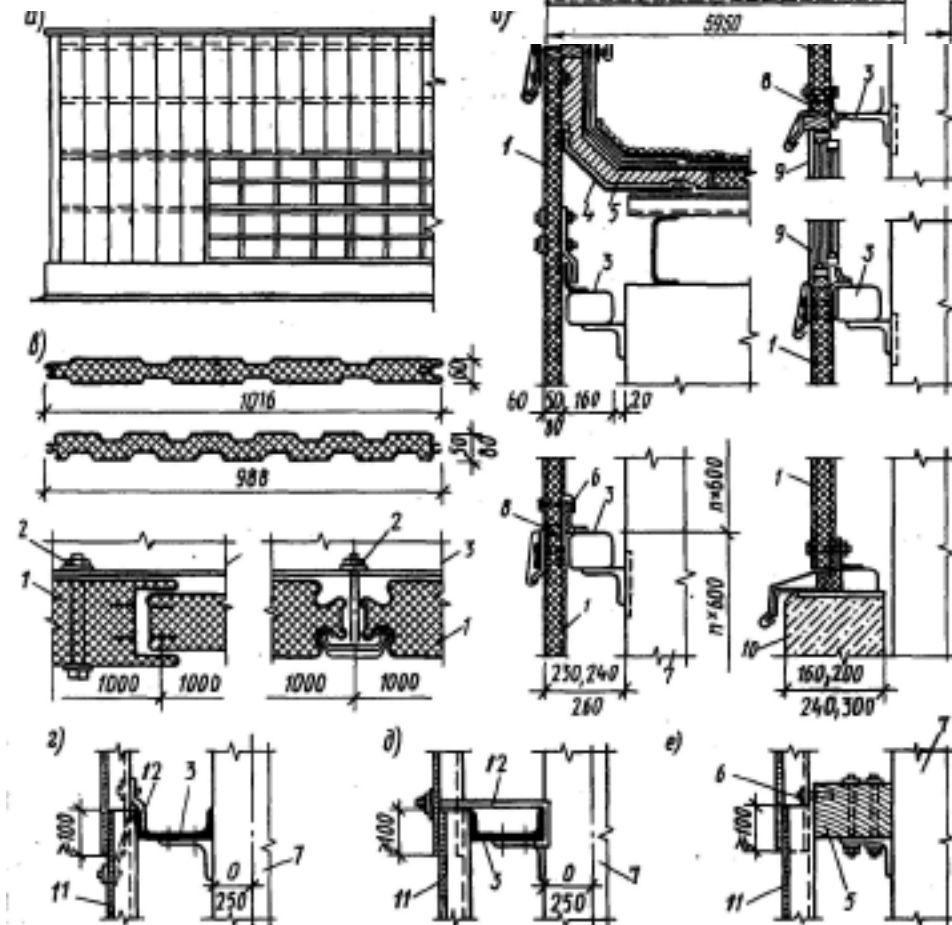


Рис. XIII.6. Трехслойные облегченные панели:

а — фрагмент фасада; б — крепления металлических панелей к ригелям; в — типы металлических панелей и детали их креплений; г — детали креплений асбестоцементных волнистых листов; 1 — стеновая панель; 2 — болт; 3 — ригель; 4 — листовая сталь; 5 — плотный утеплитель; 6 — накладка из металлической полосы 40X4 мм для навески панелей; 7 — колонна; 8 — мастика; 9 — оконный переплет; 10 — цокольная панель; // — асбестоцементный лист усиленного или унифицированного профиля; 12 — крюк для навески панелей



бестоцементными листами. Так, например, применяется трехслойная панель с пенопластовым утеплителем, а также асбестоцементная панель с деревянным каркасом, внутри которой заложен минеральный утеплитель. Места соединения деревянного каркаса с асбестоцементными листами сначала промазывают клеем и водостойкой мастикой, после чего скрепляют шурупами.

При монтаже стен такие панели крепят к колоннам уголковыми крюками или анкерами, которыми затем притягиваются натяжными болтами к колонне. Швы между асбестоцементными утепленными панелями заполняют пороизолом, герметикой и защищают снаружи цементным раствором. Учитывая хрупкость асбестоцементных листов, асбестоцементные панели не доводят до пола промышленного одноэтажного здания, а опирают их на цоколь из бетонных блоков или железобетонных панелей на отметке +1,2; +1,5 м.

Кроме горизонтальных панелей, которые крепятся к несущим или фахверковым колоннам, большое распространение получили трехслойные, утепленные пенополистиролом и обшитые оцинкованной профилированной сталью толщиной 0,8 мм (рис. XIII.6). Такие панели, занимая вертикальное положение, крепятся к горизонтальным ригелям, прикрепленным к колоннам. Номинальная ширина таких

панелей 1 м, длина — до 7,2 м. Соединяются эти панели между собой по вертикали в шпунт.

Крепление вертикальных трехслойных панелей к коробчатым ригелям или к уголкам, установленным на этих ригелях, производится болтами со сферической головкой и герметизирующей шайбой под ней с наружной стороны стенового ограждения.

В тех случаях, когда вертикальные панели проектируют как неутепленные, их можно выполнить из асбестоцементных листов усиленного или унифицированного профилей. Они крепятся к ригелям фахверка из металлических швеллеров или деревянных брусьев. Стыки отдельных листов волнистой асбестоцементной фанеры выполняют внахлестку. Для обшивки углов здания со стенами из волнистых асбестоцементных листов применяются специальные угловые элементы из того же материала (рис. XIII.6, г—е).

XIII.2. Совмещенные покрытия отопляемых и неотапливаемых зданий

Покрытия большепролетных одноэтажных зданий ограждают внутреннее пространство от атмосферного и температурного влияния внешней среды. Выполняются пологими ($i = 1/12$; $1/10$) или плоскими ($i \leq 2,5\%$). Состоит совмещенное покрытие из настила, пароизоляции, утеплителя и кровли.

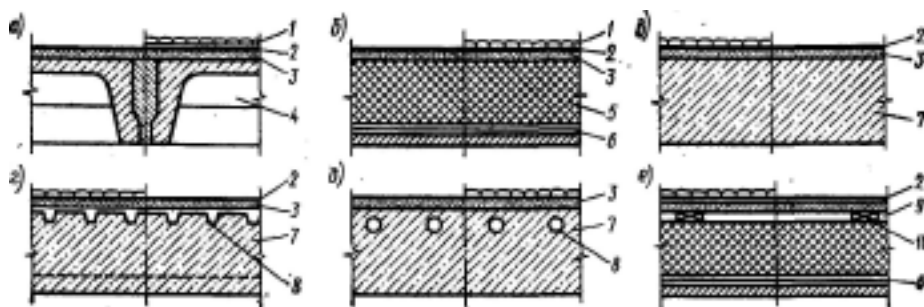


Рис. XIII.7. Основные типы покрытий с железобетонными плитами и рулонными кровлями:

а—в — не вентилируемые; г, д — частично вентилируемые; е — вентилируемые; 1 — защитный слой; 2 — гидроизоляционный ковер; 3 — стяжка; 4 — несущая плита; 5 — утеплитель; 6 — пароизоляция; 7 — однослойная ограждающая и несущая конструкции; 8 — каналы и борозды; 9 — воздушная прослойка; 10 — подкладки

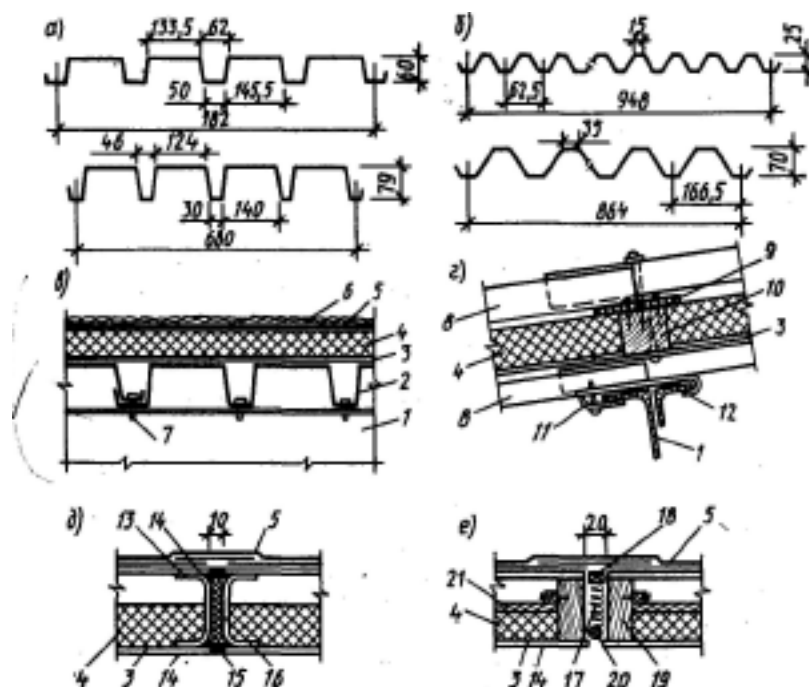


Рис. XIII.8. Покрытая со стальным профилированным,--дастилом и с волнистыми асбестоцементными листами:

а—в — применение стального профилированного настила (а, б — профили; в — утепленное покрытие); г — покрытие с асбестоцементными волнистыми листами усиленного или унифицированного профиля, д, е — то же, с применением плоских асбестоцементных листов; 1 — балка покрытия; 2 — настил (пустоты либо заполняются пористым, легким негорючим материалом, либо перекрываются листами из негорючих материалов); 3 — рулонная пароизоляция; 4 — утеплитель; 5 — гидроизоляция; 6 — гравий; 7 — болт; 8 — асбестоцементный волнистый лист; 9 — прокладка; 10 — деревянный брус; // — прижимная пластина; 12 — крюк; 13 — швеллер из асбестоцемента; 14 — плоский асбестоцементный лист; 15 — мастика; 16 — утеплитель; 17 — то же, типа минераловатных плит; 18 — нагель; 19 — деревянный каркас %анели; 20 — гернит; 21 — рейка, фиксирующая положение утеплителя

Так же как и стеновое ограждение, покрытие может быть неутепленным.

Настил обычно выполняется из отдельных плит покрытия (из железобетона, из легкого бетона или из небетонных материалов, рис. XIII.8).

Железобетонные ребристые плиты покрытия могут иметь длину 6 и 12 м и ширину 1,5 и 3 м (см. рис. XXII.7.) XXII.8).

Большое применение получили крупноразмерные железобетонные сводчатые оболочки — КЖС и гипары, перекрывающие пролеты 18 и 24 м (см. рис. XXII.9, XXII.10). Эти оболочки устанавливают в направлении главного пролета здания без применения таких пролетных конструкций, как

фермы. По расходу материала эти настилы показали себя как наиболее экономичные среди железобетонных.

Кроме железобетонных ребристых плит из тяжелого бетона в покрытиях применяют также и легкобетонные плиты, а также легкие плиты с применением асбестоцементных листов (см. рис. XIII.8, XXII.7 и XXII.12). Легкобетонные плиты могут быть применены в комбинации с тяжелой ребристой плитой как самостоятельные плиты без ребер и с ребрами, а также как комплексные плиты со всеми необходимыми слоями, включая и гидроизоляцию (рис. XIII.9).

Легкие плиты с использованием асбестоцементных листов могут также

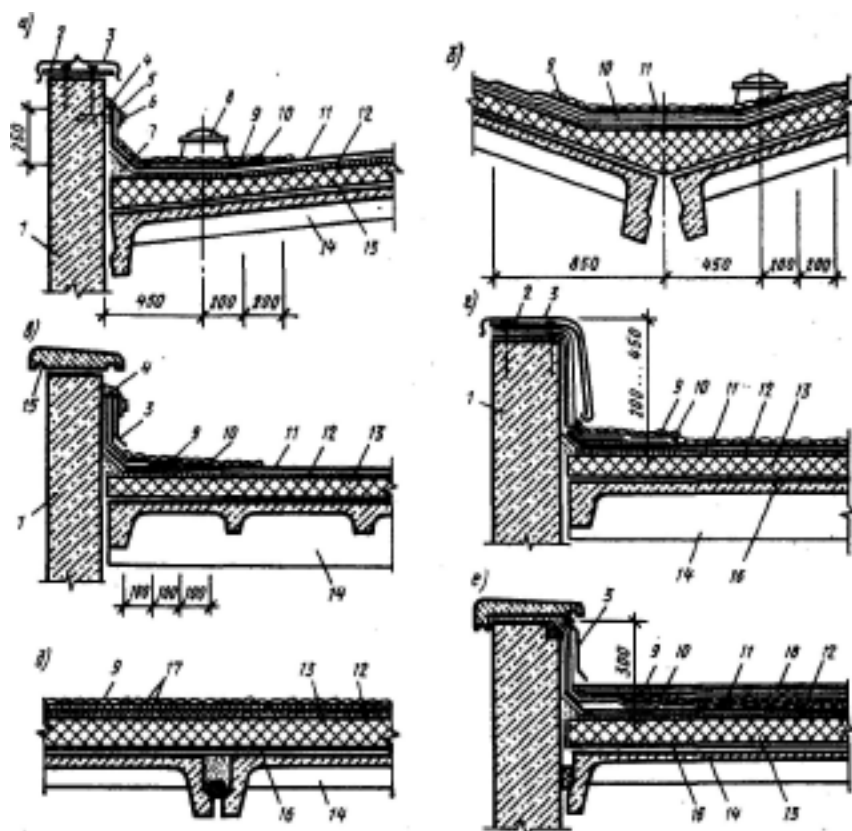


Рис. XIII.9. Детали покрытий при различных видах кровель:

a—г — рулонная кровля; *д* — мастичная; *е* — водонаполненная; 1 — стена; 2 — костыли; 3 — оцинкованная сталь; 4 — мастика; 5 — стальная полоса 40X3 мм; 6 — дюбель; 7 — раствор; 8 — воронка внутреннего водостока; 9 — защитный слой; 10 — рувербид (дополнительный слой); 11 — основной рулОТнБИГ ковер; 12 — выравнивающий слой; 13 — утеплитель; 14 — плита; 15 — парапетная плитка; 16 — пароизоляция; 17 — слой мастики; 18 — слой воды

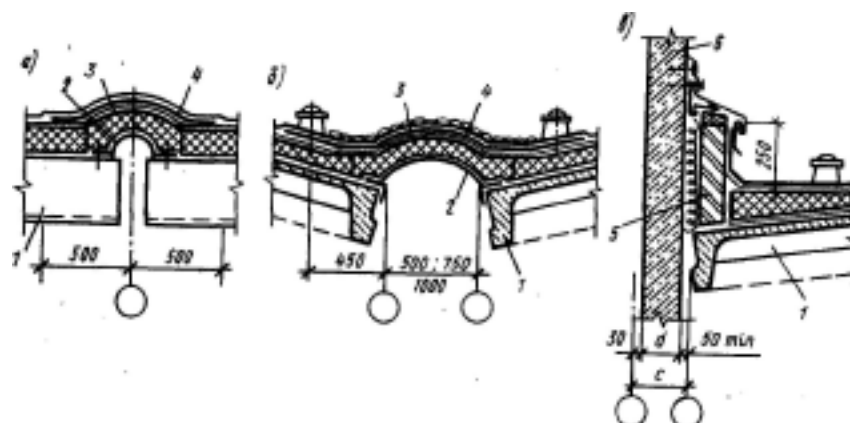


Рис. XIII. 10. Детали устройства деформационных швов в перекрытиях:

а — при поперечном шве в покрытии; *б* — то же, при продольном; *в* — в месте перепада высот смежных пролетов; 1 — настилы покрытия; 2 — стальной компенсатор; 3 — кровельная сталь; 4 — стеклоткань; 5 — стена из кирпича или деревянных брусков; 6 — панель стены

быть успешно использованы в легко-сбрасываемых покрытиях, которые возводят над помещениями с взрыво-опасным производством. По техническим условиям легкосбрасываемые плиты не должны иметь массу, превышающую 120 кг/м^2 .

Особое место в покрытиях больше-пролетных зданий занимают стальной и алюминиевый тонколистовой профилированные настилы. Стальной выпускают в двух вариантах: высотой 60 и 79 мм. Удобство такого настила заключается в его незначительной массе, в простом соединении отдельных листов по методу наложения и в приспособляемости к любым формам плана покрытия, независимо от ширины и длины. Однако такой настил требует установки ригелей, на которые он опирается с шагом не более 3 м. Стальной профилированный настил к ригелям крепят самонарезающими болтами. В тех случаях, где применяют алюминиевый настил и стальные ригели, между алюминием и сталью должна быть проложена надежная изоляция, не допускающая соприкосновения этих двух разнородных металлов.

Тонколистовой профилированный настил может быть применен с заполнением ребер бетоном и образованием железобетонной плиты над ребрами. Толщина такой плиты определяется расчетом, однако она не может быть менее 30 мм. Этот настил может быть применен и без заполнения ребер, что также определяется расчетом. Поверх

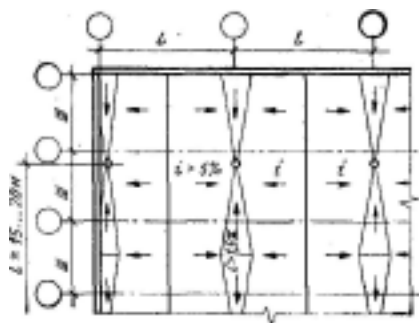


Рис. XIII.11. Размещение водосточных воронок на крыше многопролетного здания

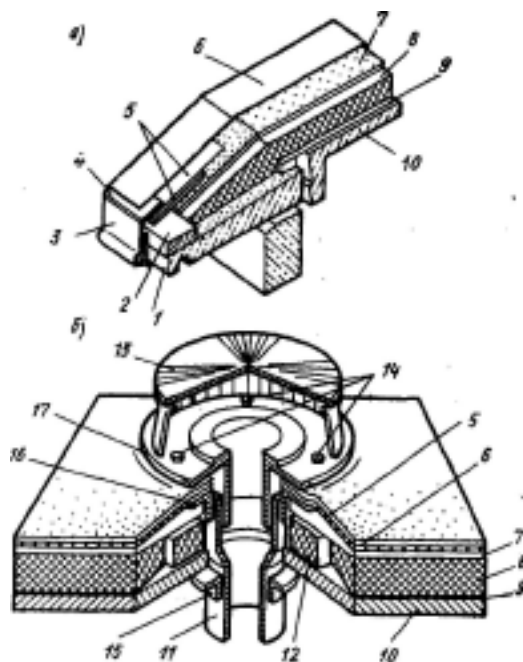


Рис. XIII.12. Конструкции отвода воды с покрытий промышленных зданий:

а — при неорганизованном наружном отводе воды; б — внутренний водосток; 1 — карнизная плита; 2 — антисептированный деревянный брус; 3 — фартук из оцинкованной стали; 4 — верх фартука; 5 — дополнительный слой кровли; 6 — основной рулонный ковер; 7 — стяжка; 8 — утеплитель; 9 — пароизоляция; 10 — плита покрытия; 11 — патрубок водосточной трубы; 12 — керамзитобетонный блок; 13 — защитный колпак; 14 — шпильки; 15 — хомут из полукольца; 16 — воротник (чаша) воронки; 17 — прижимное кольцо

настила укладывают слой пароизоляции, а затем утеплитель и гидроизоляционный ковер, как в обычных покрытиях. В неотапливаемых помещениях профилированный настил играет роль кровли. Отвод воды с покрытий одноэтажных зданий осуществляется как наружу (организованный и неорганизованный), так и во внутренние водостоки — см. детали на рис. XIII.9—XIII.12. Там же приведены детали примыкания к стенам, решения температурных швов и т. п.

XIII.3. Фонари

Для освещения помещений верхним естественным светом в покрытиях общественных и промышленных

зданий предусматривают проемы, заполняемые специальными конструкциями со светопропускающим ограждением, которые называют световыми фонарями. Фонари, выполняющие функции освещения и проветривания, носят название светоаэрационных. В промышленных зданиях с технологическими процессами, сопровождающимися выделением большого количества теплоты, газов и пыли, устраивают фонари зачастую только для аэрации помещений.

При проектировании фонарей, т. е. определении их конфигурации, числа и способа размещения в покрытии, учитывают климатические условия района строительства, светотехнические и теплотехнические параметры конструкции фонарей и т. п. Необоснованное размещение фонарей, завышение площадей их светопропускающих ограждений приводят к созданию дискомфортных условий для зрения, перегрев помещений летом и переохлаждение зимой, увеличивает стоимость строительства и эксплуатации зданий.

Светопропускающие материалы для фонарей используют те же, что и в вертикальных светопрозрачных ограждениях, но, кроме того, применяют полимерные материалы (термопласты), которые по сравнению с силикатным стеклом обладают рядом преимуществ: они имеют меньшую массу, лучшие теплотехнические характеристики, более высокую ударопрочность и в то же время обладают хорошими оптическими свойствами, атмосферостойкостью и долговечностью. Из них механизированными методами можно изготовить элементы фонарей требуемой конфигурации: купола, своды, листы со складчатым, коробчатым и другими видами сечений. Это позволяет увеличивать размеры ограждений фонарей, что уменьшает количество стыкуемых элементов, повышает светоактивность фонаря, индустриальность монтажа, сокращает теплопотери.

Светопропускающие ограждения фонарей выполняют одно-, двух-, трех- и даже четырехсложными, что определя-

ется теплотехническими условиями, исключающими появление конденсата на внутренних поверхностях стекол в холодное время года. Фонари с одинарным остеклением имеют место в зданиях с пониженными требованиями к температурному режиму, в районах с теплым климатом, а также в промышленных зданиях, в которых производственные процессы связаны с большим выделением теплоты. В зданиях с нормальным температурно-влажностным режимом II—III климатических зон Советского Союза фонари выполняют в основном с двойным остеклением. В зданиях, где требуется соблюдение постоянной температуры и влажности воздуха, а также возводимых в районах с температурами ниже -30°C , фонари остекляют в 3 ... 4 слоя.

Под ограждением из стекол натягивают металлическую сетку с шириной ячеек не более 50 мм по условиям обеспечения безопасности в случае разрушения стекла. Сетка может отсутствовать, если стекла армированы или выполнены из полимерных материалов.

Для поддержания в помещении в процессе эксплуатации зданий нормируемой естественной освещенности светопропускающее ограждение фонарей периодически очищают. С этой целью вдоль фонарей как с наружной, так и с внутренней сторон предусматривают ходовые или катучие мостики и другие устройства. Они же необходимы и для ремонта.

Световые фонари по характеру поступления естественного света в помещение можно подразделить на три вида: зенитные; прямоугольные, трапециевидные и М-образные надстройки; шедовые. В случае устройства открывающихся светопрозрачных ограждений эти фонари могут использоваться как светоаэрационные. Открывание элементов ограждения в светоаэрационных фонарях осуществляется специальными механизмами с дистанционным управлением.

Свегопрозрачные ограждения отделяют от поверхности кровли бортовым элементом высотой 0,3... 1 м, который препятствует проникновению дождевых и талых вод в помещение.

Зенитные фонари направляют в помещение вертикальные световые лучи, поэтому они характеризуются наибольшей световой активностью. Одновременно в помещение попадают и прямые солнечные лучи, вызывая радиацию, блеск и значительные световые контрасты. Исключить или ослабить эти неблагоприятные факторы можно, используя в ограждении зенитных фонарей светорассеивающие или солнцезащитные стекла, люверсные решетки и др.

Свето пропускающее ограждение в зенитных фонарях размещают в плоскости покрытия или выше (на 300... 500 мм) либо применяют в виде надстроек треугольной, сводчатой, шатровой и других форм.

Наиболее просто решаются фонари в плоскости покрытия в зданиях с холодным ограждением из волнистых асбестоцементных или профилированных металлических листов. Кровельные листы заменяют на листы из светопропускающего полимерного материала с профилем, аналогичным профилю кровельного материала и с аналогичным ему креплением к балкам покрытия. В холодных или теплых покрытиях из железобетонных плит и с уклоном не менее 12 % они могут быть заменены стекложелезобетонными плитами со стеклоблоками.

Световые фонари в виде надстроек над покрытием устраивают с уклоном светопрозрачного ограждения 25... 45° (при уклоне в 45° происходит самопроизвольное сползание снега с ограждения фонаря). Листовое стекло, стеклопакеты, стеклопрофилит или листы из полимерных материалов укладывают через уплотняющие прокладки на каркас фонаря из алюминиевых или гнутых стальных профилей. При ширине фонаря более 6 м этот каркас опирают на специальные конструкции-надстройки, устанавливаемые

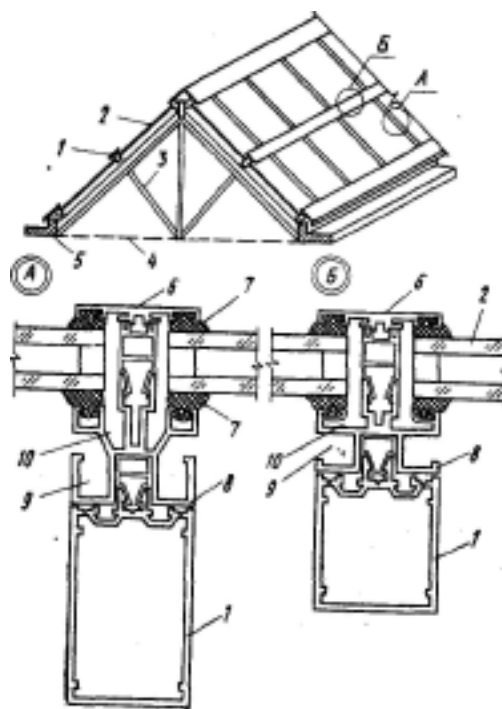


Рис. XIII.13. Треугольный зенитный фонарь:

1 — каркас фонаря; 2 — стеклопакет; 3 — фонарная ферма (при ширине фонаря более 6 м); 4 — верх стропильной конструкции; 5 — бортовой элемент; 6 — нащельник; 7 — уплотнитель; 8 — алюминиевый профиль; 9 — лоток для сбора конденсата; 10 — лоток для сбора проникающей наружной влаги

на несущие элементы основного покрытия. Свето пропускающие элементы к профилям каркаса фонаря крепят нащельниками с тщательной герметизацией стыков. На рис. XIII. 13 изображены сечения каркаса с профилями из алюминиевого сплава, имеющими систему лотков для сбора и отвода конденсата и атмосферной влаги, которая может проникать через стыки. Лотки горизонтальных профилей расположены выше, чем лотки вертикальных профилей, по которым вода стекает по уклону.

Наибольшее применение в зданиях любых видов и с любыми конструкциями покрытия находят зенитные фонари, которые незначительно возвышаются над покрытием (рис. XIII.14). Они обеспечивают равномерное освещение помещений, герметичны, обладают простым конструктивным решени-

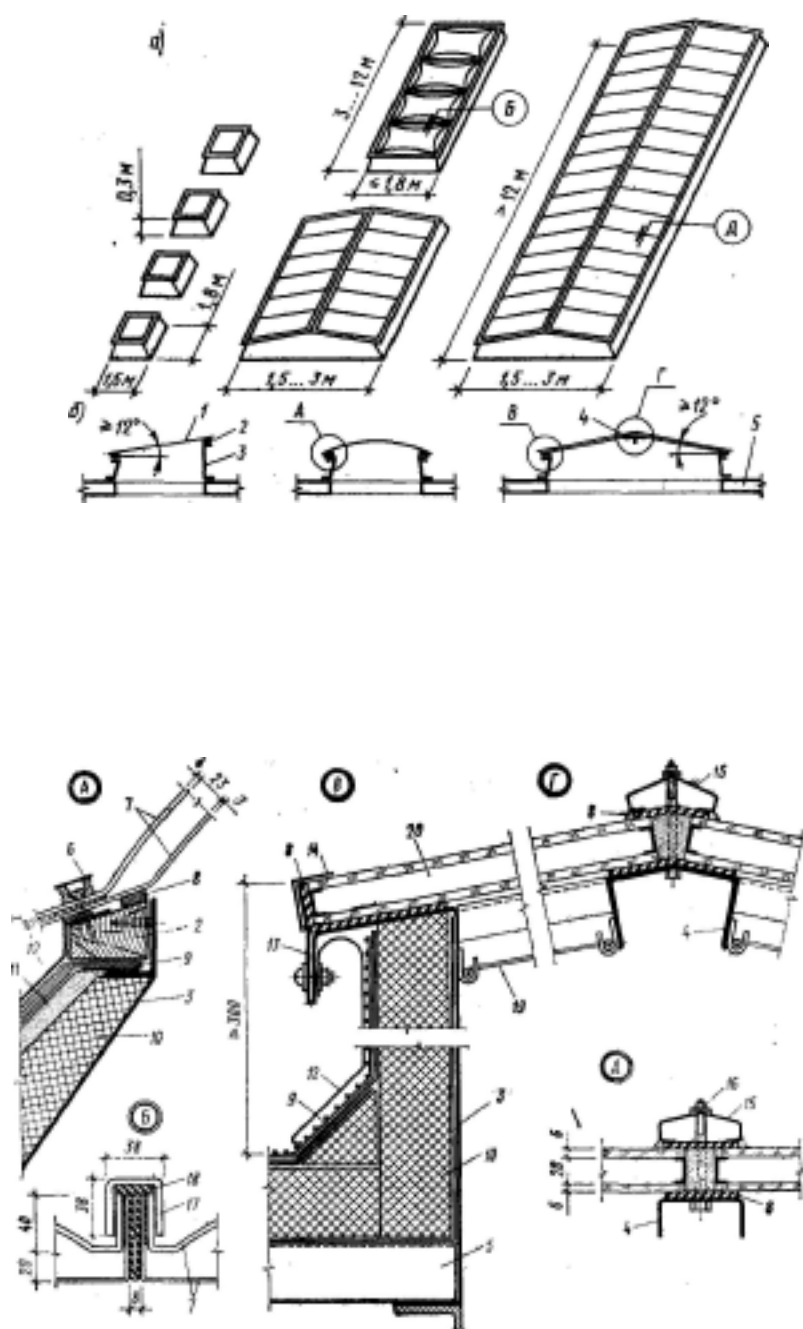


Рис. XIII. 14. Зенитные фонари (возвышаются над покрытием на 0,3 ... 0,5 м):

a — общие виды (точечные, панельные и ленточные); *б* — поперечные сечения; 1 — светопропускающий элемент; 2 — опорная рама; 3 — опорный стакан; 4 — опорный каркас; 5 — покрытие; 6 — шайба 0 23 с колпачком 0 26; 7 — оргстекло; 8 — уплотнитель; 9 — гидроизоляция; 10 — утеплитель; 11 — цементная или асфальтовая стяжка; 12 — фартук; 13 — упор; 14 — алюминиевая фольга или герметик; 15 — нащельник; 16 — болт; 17 — дуговая накладка из оргстекла; 18 — профилированная морозостойкая резина; 19 — защитная сетка; 20 — стеклолакет



ем, малой массой и небольшими размерами в плане. Очистка их светопропускающих ограждений проста, а на покрытиях отсутствуют снеговые заносы. Конструкции этих фонарей, состоящие из стакана, опорного каркаса и светопрозрачных элементов, размещают над проемами, предусмотренными в железобетонных плитах покрытия или образованными пропусками плит покрытия.

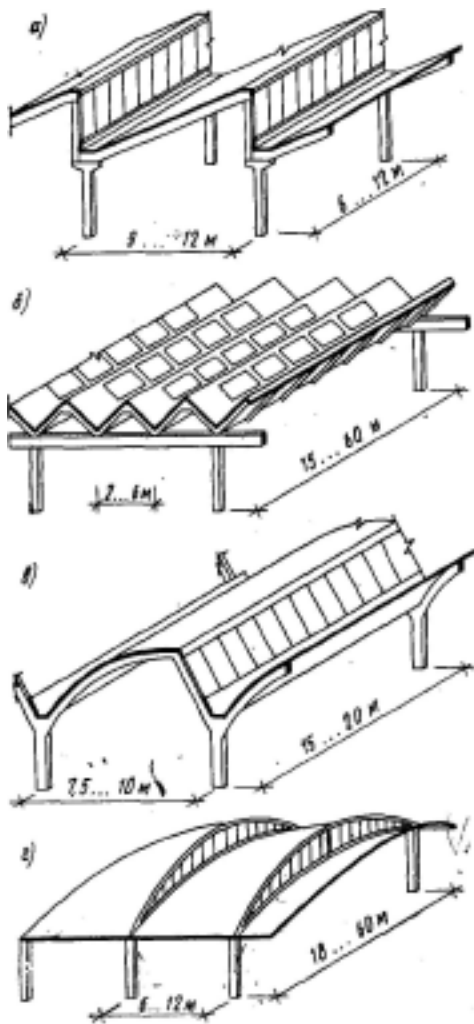


Рис. XIII.16. Конструктивные схемы шедовых фонарей:

а — покрытие фонаря из плоскостных элементов; б — складчатое покрытие; в — цилиндрическая шедовая оболочка; г — коноидальная оболочка

Стакан — это бортик (из листовой стали, железобетона, асбестоцемента и других материалов), обрамляющий проем в покрытии и жестко с ним связанный. Стенки стакана, которые иногда делают наклонными, для лучшего распределения светового потока со стороны помещения окрашивают или облицовывают светоотражающими материалами. С наружной стороны их утепляют эффективными теплоизоляционными материалами, а затем изолируют рулонной кровлей, защищая ее фартуком из оцинкованной стали. По верху стакана крепят опорную раму из деревянных антисептированных брусков или каркас из гнутых стальных или прессованных алюминиевых профилей.

В световых фонарях светопропускающее ограждение укладывают на опорную раму или каркас через уплотнительные прокладки из озоно- и морозостойкой резины и закрепляют посредством нащельников, кляммер и других крепежных элементов с тщательной герметизацией стыков мастик.

В светоаэрационных фонарях к опорной раме или опорному каркасу крепят остекленную створку. Створки открывают поворотом вокруг их горизонтальной оси или подъемом по вертикали. Аэрацию помещений можно осуществить и установкой жалюзийных решеток в стенке стакана.

Прямоугольные, трапециевидные и М-образные фонари представляют собой надстройки над покрытием. Свет в помещение попадает через боковые ограждения этих надстроек (рис. XIII.15). Светоактивность этих фонарей в 2...2,5 раза менее, чем зенитных. Они сложны в изготовлении, металлоемки, на покрытиях зданий образуют снеговые мешки, снижая светоактивность фонарей и увеличивающие нагрузку на несущие конструкции здания. Тем не менее эти фонари, как светоаэрационные, применяют в промышленном строительстве.

Как правило, фонари длиной не более 84 м располагают вдоль продоль-

ной оси здания. При большей протяженности зданий устраивают разрыв между торцами фонарей, который соответствует величине шага стропильных конструкций. Фонари шириной 6 м предназначены для освещения помещений с пролетом 12, 18 м, а фонари шириной 12 м — для помещений с пролетами 24, 30, 36 м. Несущие конструкции прямоугольных фонарей выполняют железобетонными или металлическими из холодногнутых или прокатных профилей: в виде фонарных ферм и панелей.

Ограждающие конструкции состоят из покрытия фонарей, аналогичного покрытию здания; бортовых элементов; остекления и торцовых стенок фонаря. Остекление устраивают в переплетах из гнутых стальных или прокатных профилей. Переплеты верхнеподвесные в один или два яруса крепят к горизонтальным элементам фонарной панели. Размеры переплетов для одноярусных фонарей 1,8х6 м, а для двухъярусных — 1,2х6 м.

Трапецевидные фонари отличаются от прямоугольных большей световой активностью, поскольку их остекление располагается к горизонту под углом 70 ... 80°. При этом конструктивное решение фонаря усложняется.

Шедовые фонари создают в помещениях равномерное диффузное освещение благодаря одностороннему расположению светопрозрачного ограждения, ориентированного на север, и наклонного покрытия, внутренняя поверхность которого отражает световые лучи (рис. XIII.16). Шедовые фонари применяют в промышленных зданиях с производственными процессами, не допускающими инсоляции. Вследствие больших снегоотложений в ендовах покрытия шедовых фонарей их преимущественно проектируют для строительства в южных районах.

Конструкции шедовых фонарей непосредственно связаны с конструкциями покрытия, которое может состоять из плоскостных элементов или пространственных (складки, оболочки одинарной или двойной кривизны). Кон-

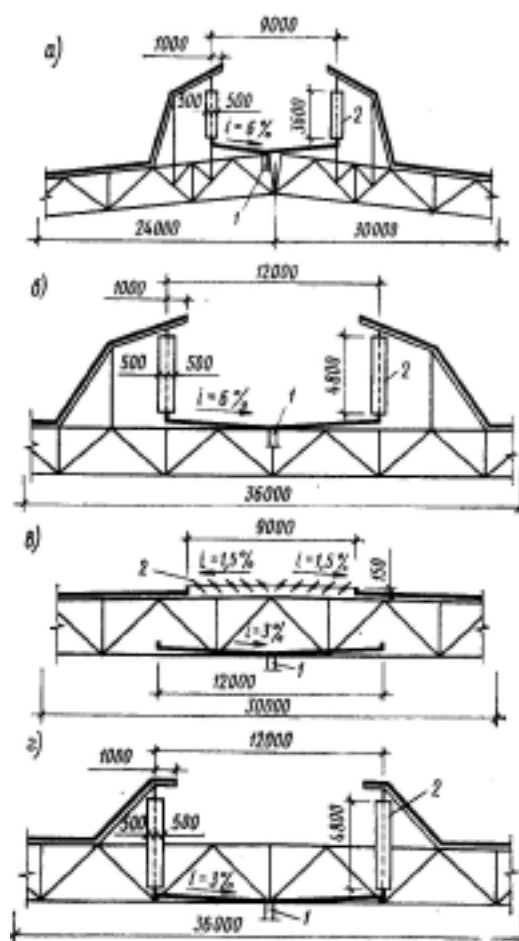


Рис. XIII.17. Схемы аэрационных фонарей:

а, б — модернизированного (по типу Батурина-Бранта); в, г — в виде впадины в пределах межферменного пространства с горизонтальными и вертикальными створками; / — внутренний водосток; 2 — створка

структивную высоту шедов обычно принимают в пределах 4 м, чтобы не увеличивать отапливаемый объем здания. Равномерное диффузное освещение помещений достигается при высоте до низа конструкции покрытий не выше 5 м. Остекление фонаря (в переплетах или беспереплетное) устраивают вертикально, а для повышения светоактивности ограждения — с углом наклона к горизонту от 60 до 75°. Для аэрации помещений предусматривают верхнеподвесные створки.

Аэрационные фонари обычно устраивают по типу прямоугольных фонарей. Вместо светопрозрачных ограждений применяют ветроотбойные щиты, представляющие собой металлический каркас, обшитый кровельной листовой сталью или асбестоцементом. Существует несколько способов установки и открывания ветроотбойных щитов с целью предохранения проемов фонаря от задувания ветра, который может уменьшать или исключить воз-

духообмен в помещении. Однако конструкция ветроотбойных щитов недолговечна и не защищает полностью проемы фонаря от задувания.

На рис. XIII.17 приведены конструктивные схемы аэрационных фонарей с аэродинамическими показателями, улучшенными на 20... 30 % по сравнению с фонарями, имеющими ветроотбойные ограждения. Они также экономичнее и по расходу стали.

IV РАЗДЕЛ

АРХИТЕКТУРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МНОГОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ

XIV Глава. Общие сведения

XIV.1. Общие требования, предъявляемые к многоэтажным зданиям

Многоэтажные — это основной тип зданий при застройке городов и поселков городского типа. В зависимости от административного значения и населенности городов предельная этажность зданий различна. В крупных республиканских центрах она может составлять до 25 ... 30 этажей — для жилых зданий и выше 30 — для административных.

По назначению многоэтажные здания подразделяют на гражданские и производственные. Многоэтажные гражданские здания — это главным образом жилые дома, здания гостиниц, общежитий, больниц, административные здания и т. п.

Наиболее общие требования к многоэтажным зданиям всех типов — обеспечение огнестойкости и долговечности конструкций. Многоэтажные здания относятся обычно к I, II классам по капитальности. Это означает, что степени огнестойкости и долговечности конструкций гражданских зданий должны быть не ниже II класса; поэтому для зданий выше пяти этажей номенклатура строительных материалов несущего остова ограничена каменными, бетонными, железобетонными материалами. Металлические несущие конструкции применяются в исключительных случаях и защищаются от воздействия огня, как правило, с обеспечением пределов огнестойкости не менее пределов, требуемых по табл. 1.1. Исключения: в несущих конструкциях покрытий верхних этажей и в некоторых других случаях, особо оговоренных противопожарными нормами, ме-

талл можно не защищать. Требования к материалам и степеням огнестойкости конструкций гражданских и производственных зданий см. § 1.3.

Требования к долговечности строительных конструкций особенно важно соблюдать для тех производственных зданий, которые могут подвергаться воздействиям агрессивной среды — частой и резкой смене высоких и низких температур, высокой влажности, воздействию блуждающих токов, химических реагентов и т. п. Меры по увеличению долговечности конструкций предусматриваются проектом. К числу таких мер относятся: применение материалов надлежащей стойкости, применение простых архитектурных форм, исключающих скопление агрессивной технологической пыли; увеличение пролетов несущих конструкций для исключения контакта вертикальных опор с источниками тепло- и влаговыведения; применение защитных покрытий конструктивных элементов и др.

Требования целесообразности технических решений применительно к многоэтажным производственным зданиям прежде всего сводятся к возможно большему обеспечению применения унифицированных изделий в конструкциях и к другим мерам, направленным на повышение степени индустриализации строительного производства. Так, если до 50-х годов как проектные решения, так и конструкции производственных зданий были в значительной степени разнообразны и индивидуальны, то современные требования иные. Основные координационные размеры современного производственного здания должны строго соответствовать нормативам, установленным в государственном порядке; это позволяет при-

менять унифицированные узлы и такие решения, которые допускают при необходимости организацию в здании, запроектированном для одного вида производства, другого, родственного технологического процесса.

Требования целесообразности технических решений применительно к жилому строительству сводятся к разумному сочетанию массовой жилой застройки, основанной на применении типовых проектов и изделий с доминирующими в городской застройке акцентными зданиями, возводимыми по индивидуальным проектам. Точно такой же подход к проектированию других типов гражданского строительства: наряду с преобладанием зданий с полносборными конструкциями по каталогам индустриальных изделий, уникальные объекты проектируются индивидуально, что, впрочем, не исключает возможностей применения изделий каталога.

XIV.2. Типы несущих остовов многоэтажных зданий. Обеспечение их устойчивости и жесткости

Как отмечено в гл. II, несущим остовом здания называется его конструктивная основа — пространственная система, состоящая из совокупности вертикальных и горизонтальных стержневых, плоскостных или объемных элементов — несущих конструкций и связей, соединяющих эти конструкции. Там же рассмотрены общие принципы проектирования несущих остовов, их типы, конструктивные системы — все это многообразие присуще многоэтажным зданиям. Целесообразность выбора того или иного типа несущего остова таких зданий определяется функциональными, технико-экономическими и другими факторами. Так, при мелкоячеистой структуре зданий, например жилых, более приемлемым оказывается **стеновой** несущий остов; в зависимости от принятой строительной системы высота таких зданий может быть ограничена 9, 16 или 25 эта-

жами. При этом могут оказаться приемлемыми все конструктивные системы стенового остова, рассмотренные в разд. II. Предпочтительным типом строительной системы стенового остова многоэтажных зданий является *крупнопанельная*.

В производственных, во многих видах общественных и жилых зданий повышенной этажности основным типом несущего остова является каркасные. В подавляющем большинстве случаев применяются железобетонные каркасы из унифицированных сборных изделий. Разработан ряд ведомственных и территориальных унифицированных каталогов. При этом, основываясь на методе открытой типизации, получены достаточно разнообразные решения каркасов, элементы которых соответствуют общесоюзному каталогу индустриальных изделий. У этих каркасов принята одинаковая конструктивная система — *ригельная* с расположением ригелей в одном направлении (предпочтительно в поперечном). Расчетная схема большинства каркасов связевая, с применением элементов жесткости (решетчатых связей, панелей, ядер и т. п.). На этих принципах разработаны некоторые унифицированные каркасы производственных зданий (см. гл. XVI), территориальный полносборный каркас ТКЖ-2 для московского региона (см. гл. XV и XVI) и т. п. Практически узлы сопряжений ригелей с колоннами во всех этих каркасах достаточно жесткие и не соответствуют идеализированной теоретической связевой схеме, что идет в запас прочности. Этой конструктивной схеме более соответствуют системы с *безригельным* каркасом с монолитными безбалочными перекрытиями, получившие развитие в Армении и в республиках Прибалтики.

Комбинированные несущие остовы целесообразны в многоэтажных домах с неполным каркасом, при устройстве первых общественных этажей в гражданских зданиях и т. п.

Один из важнейших вопросов при проектировании любого типа несущих

остовов — обеспечение их пространственной жесткости и устойчивости. В многоэтажных зданиях это может оказать серьезное влияние на их формирование, особенно в зданиях повышенной этажности, которые должны удовлетворять нормативным требованиям к допустимым величинам прогибов верха здания и величинам ускорения колебаний от динамической составляющей ветрового напора. Необходимо принимать во внимание следующее. Элементы жесткости любого здания работают на восприятие горизонтальных ветровых нагрузок как консоли, защемленные в грунт. По мере роста этажности соотношения ширины этих консолей (часто равной ширине зданий) к их высоте уменьшаются, т. е. «сопротивляемость» консолей понижается. Величина же горизонтальных сил возрастает с ростом этажности: растут и площадь загрузки, и интенсивность ветрового напора. При соотношениях ширины зданий к высоте в пределах $1/4 \dots 1/6$ их жесткость и устойчивость обеспечивается грамотным проектированием элементов жесткости в пределах любых форм плана здания. При уменьшении этих соотношений до $1/7 \dots 1/9$ необходимо предусматривать меры по повышению пространственной жесткости зданий: более компактную форму плана; элементы жесткости желательны замонтировать или выполнять монолитными, предусматривать дополнительные элементы жесткости в единой системе несущего остова и т. п. Дело в том, что при росте высоты здания увеличение его ширины не всегда возможно по функциональным и другим соображениям. Поэтому нужны меры и по ограничению «гибкости» остова, его устойчивости и предотвращение еще одной возможной неприятности — деформации скручивания вокруг вертикальной оси здания, что может вызвать сдвиги в наружных панелях, в оконных переплетах и т. п. Для высотных точечных[^] зданий целесообразно усиливать жесткость[^] наружных оболочек — например, вдоль периметров наружных стен.

XIV.3. Унификация и индустриализация решений в многоэтажном промышленном и гражданском строительстве

Курс на индустриализацию строительства, принятый в нашей стране, коренным образом изменил всю систему проектирования и строительства. На смену бесконечному числу индивидуальных проектов пришло типовое проектирование. Оно коснулось прежде всего массового жилищно-гражданского многоэтажного и всех видов промышленного строительства. Первые типовые проекты разрабатывались для отдельных отраслей, даже отдельных видов зданий и для конкретных местных условий.

Принятые в этих проектах панельных жилых домов различные решения конструктивных узлов, систем разрезки стен на панели и привязка их к модульным осям привели к необоснованному росту количества типоразмеров строительных изделий: каждый проект имел собственную номенклатуру изделий, «привязанных» к домам только данной серии. По мере внедрения таких проектов в строительство стала непомерно расширяться номенклатура изделий. В связи с этим уже на ранней стадии возникла необходимость в унификации сборных изделий, планировочных параметров и т. п. Это потребовало исследований, работы многих коллективов. Не сразу пришли к системному подходу в унификации. Например, если первоначально унификация замыкалась лишь на отрасли (отраслевая), то сейчас принята межотраслевая унификация объемно-планировочных и конструктивных решений. Во многом уже решены вопросы межвидовой унификации, когда одни и те же решения приемлемы и для производственных, и для общественных зданий.

Унификация и типизация служат основой эффективного развития индустриализации строительства. Необходимость в этом подчеркивается тем,

что принятые ранее методы типового проектирования привели и к негативным результатам. По мере выявления этих негативных сторон менялась методика типового проектирования в сторону создания типовых изделий, габаритных унифицированных схем и т. п.

К настоящему времени создан Общесоюзный строительный Каталог типовых конструкций и изделий из различных материалов для зданий и сооружений всех видов строительства. На основе и в развитие Общесоюзного созданы отраслевые и территориальные каталоги для жилищно-гражданского строительства, ориентированные на сложившиеся местные производственные и сырьевые базы. Все-го в настоящее время в жилищно-гражданском строительстве используется свыше 130 каталогов, имеющих различные сферы применения, что, конечно, требует совершенствования. В стране создана мощная строительная индустрия, построено свыше 500 комбинатов, которые ежегодно вводят в строй свыше 1 млн. квартир. Столь грандиозная производственная база потребовала разработки новой системы — открытой системы типизации. Смысл ее состоит в том, что объектом типизации являются не здания или их части, а строго выверенный ограниченный сортамент промышленных изделий, из набора которых в различных комбинациях должны комплектоваться здания, разнообразные по объемно-планировочным решениям и архитектуре фасадов.

Эта принципиально новая система типизации в значительной мере реализована в методе Единого каталога унифицированных изделий для строительства в Москве (территориальный каталог ТК1-2). В его состав входят: панельные конструкции для строительства жилых зданий; каркасно-панельные конструкции (со сборным железобетонным унифицированным каркасом) для строительства гражданских и производственных зданий.

Все размеры подчинены правилам модульной координации (МКРС); регламентированы правила привязки всех сборных изделий к координатным осям зданий; выявлены комбинации характерных архитектурно-конструктивных ситуаций; отобраны наиболее прогрессивные и экономичные виды конструкций; разработаны унифицированные узлы сопряжений конструктивных элементов; унифицированы нормативные нагрузки и ряд других параметров (теплофизических и т.п.); унифицированы ряды геометрических размеров пролетов, шагов, высот.

Геометрические параметры, принятые в качестве базы Единого каталога, подчинены определенным закономерностям, основанным на математических модульных рядах; в качестве основного принят модуль 0,6 м а в случае необходимости — дополнительный модуль 0,3 м. На этом модульном ряде и основан каталог. Он содержит необходимую номенклатуру для строительства жилых домов с высотой этажа 2,8 м и с единым модульным рядом размеров в плане 1,2; 1,8; 2,4; ...; 6,6 м ($M = 0,6$ м), общественных зданий с высотой этажа 3; 3,3; 3,6; 4,2; 4,8; 6,0 м, основанных на едином модульном ряде размеров в плане 1,8; 2,4; 3; 3,6; 4,8; 6; 7,2; 9; 12; 15; 18; 24 м.

При составлении каталога предусмотрено осуществление различных конструктивных систем зданий: панельных с узким, широким и смешанным шагом поперечных несущих стен для жилых домов; каркасных с поперечным и продольным направлениями ригелей для жилых и общественных зданий и др. Этажность жилых домов предусматривается 9, 12, 16, 25 этажей, общественных — до 30-этажей.

Каталог включает широкий набор изделий, обеспечивающий создание разнообразных архитектурно-планировочных и объемных структур зданий (дома с прямоугольной конфигурацией, угловой, ступенчатой, со сдвижкой в плане, трилистник и т. п.).

Для Каталога выбраны наиболее рациональные экономические и вместе с тем перспективные конструкции и конструктивные схемы индустриальных панельных и каркасных жилых домов, общественных и производственных зданий.

Идея Единого каталога «от изделия к проекту» допускает и такие методы типового проектирования, как блок-секционный, блок-квартирный и др. В укрупненных объемно-планировочных элементах (КОПЭ) применены изделия и методы Единого каталога (см. ниже).

Важно подчеркнуть, что применение метода Единого > каталога не исключает, а, наоборот, стимулирует индивидуализацию проектных решений зданий и сооружений: смысл открытой типизации с набором взаимозаменяемых изделий состоит в выявлении возможно большего числа комбинаторных сочетаний зданий из этих изделий. Главная цель метода — преодоление существующего однообразия, а нередко и недостаточного количества объемно-планировочных решений зданий при одновременном упорядочении и сокращении общего количества типоразмеров строительных изделий. Это создаст предпосылки для новой организации заводского производства по открытой системе, когда заводы выпускают широкую номенклатуру изделий, из которых могут быть собраны здания самых различных типов. Для индивидуализации архитектурных решений предусматривается: создание изменяемой номенклатуры изделий наружных стен, составляющих 20 ... 25 % общей номенклатуры выпускаемых изделий, при стабильном долгосрочном (в течение 10... 15 лет) изготовлении остальной части номенклатуры; создание номенклатуры архитектурных деталей фасадов (входов, венчаний, ограждений лоджий и т. п.); применение разнообразных приемов отделки — керамической плиткой, каменной крошкой, цветными бетонами и др.; все это позволит внести черты индивидуальности

сти в решение фасадов панельных и каркасно-панельных домов.

Эти же приемы позволяют осуществлять и активную реконструкцию старой части городов, где могут строиться панельные дома требуемой высоты (6, 7, 8, 10 этажей) с индивидуальными панелями фасадов, отвечающими по своей архитектуре характеру окружающей застройки. Архитектурной выразительности и своеобразию застройки будут способствовать решения первых нежилых этажей, предназначенных для обслуживания населения: размещения предприятий торговли и коммунального обслуживания, а также для различных форм работы с населением.

Перестройка массового жилищного строительства будет сопровождаться развитием индустриальных систем и для строительства зданий общественного назначения — школ, детских садов, предприятий обслуживания населения, больниц, поликлиник и т. п.

XIV.4. Требования к перекрытиям, принципиальные схемы их решений

Междуэтажные перекрытия — одна из наиболее сложных и ответственных частей многоэтажных зданий, требующая до 20 ... 30 % общих затрат на постройку; стоимость перекрытий с полами достигает 25 ... 30 % стоимости общестроительных работ. Поэтому важно, чтобы перекрытия были индустриальны, технологичны, экономичны.

Перекрытия совмещают два вида функций: несущую и ограждающую. Ограждающие функции состоят в изоляции помещений, расположенных друг над другом, от разного рода внешних воздействий, о чем подробно сказано в § II.4. Несущие — в необходимости «нести» нагрузки, постоянные и временные (см. § II.1). В зависимости от назначения здания временные нагрузки на перекрытия могут существенно различаться — в 2, 3, ..., 10 раз и более. Для восприятия этих нагруз-

зок и передачи усилий на вертикальные опоры в состав конструкции перекрытий всегда входят несущие элементы — балки, плиты (горизонтальные несущие конструкции). Они прежде всего должны обладать надлежащей *несущей способностью*.

Обеспечить несущую способность означает обеспечить восприятие конструкцией без разрушения этих нагрузок при наихудших комбинациях их сочетаний. Несущие элементы перекрытий должны обладать надлежащей жесткостью. *Жесткость* — это характеристика конструкции, оценивающая ее способность сопротивляться деформациям изгиба из своей плоскости; характеризуется величиной *прогибов* перекрытий. Нормами установлены предельные величины прогибов, при которых жесткость конструкций считается достаточной: от 1/200 до 1/400 доли пролета в зависимости от материала несущих элементов, класса здания по капитальности, требований к отделке потолков и т. п. Превышение этих значений может вызвать нежелательные последствия — появление трещин в нижних слоях перекрытий, что снижает их эксплуатационные качества, долговечность, ухудшает интерьер.

Несущие конструкции перекрытия должны также обеспечивать восприятие деформации изгиба и сдвига в своей плоскости, при восприятии горизонтальных нагрузок, действующих на здание: они являются горизонтальными диафрагмами *жесткости* здания и обеспечивают совместность работы всех

вертикальных элементов несущего остова. Для этого должна быть обеспечена надежная связь с этим остовом: перекрытия заделываются в стены анкерными креплениями, соединяются с ригелями и колоннами каркаса сваркой закладных деталей.

Для изготовления несущих элементов перекрытий многоэтажных зданий обычно применяются негорюемые материалы: железобетон на тяжелом и легком заполнителях (керамзито-, шлако-, перлитобетонах и др.); стальной профилированный настил, металлические балки, защищенные от непосредственного воздействия огня, и т. п. Перекрытия выполняются сборными, монолитными, сборно-монолитными.

Монолитные железобетонные перекрытия изготавливают на стройке в специально изготовленной опалубке, их выполняют чаще трех видов: ребристыми, кессонированными и безбалочными (плитными) (рис. XIV. 1).

Первый состоит из плиты, второстепенных и главных балок. На рисунке балки (или ребра) направлены вниз; при необходимости получить гладкий потолок устраивают перекрытие ребрами вверх, что менее экономично, так как площадь поперечного сечения верхней сжатой зоны уменьшена. Кессонированное перекрытие получают при пересечении равномерно расположенных в двух направлениях ребер одной высоты; его применяют из эстетических соображений в интерьерах общественных зданий, а также как средство облегчения собственной

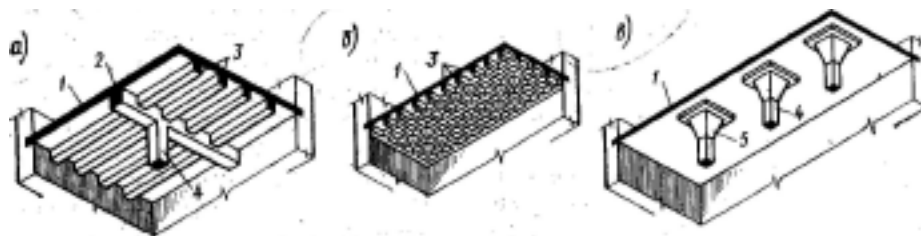


Рис. XIV.1. Типы междуэтажных монолитных перекрытий:

а — ребристый; б — кессонированное; в — безбалочное; 1 — плита; 2 — главная балка (ригель); 3 — второстепенная балка; 4 — колонна; 5 — капитель



Рис. XIV.2. Типы сборных плит междуэтажных перекрытий:

а — сплошная гладкая; б — многпустотный настил; в — коробчатый настил; г — ребристая плита; 1 — плита; 2 — ребро; 3 — труба

массы плиты при больших пролетах. Безбалочные перекрытия опираются на колонны или через капители.

Сборно-монолитные перекрытия также выполняются на месте, но без применения опалубки: по сборным изделиям укладывают арматуру и бетон. Стальной профилированный настил, например, можно использовать в качестве опалубки плиты ребристого или складчатого профилей. После укладки арматуры и бетона получается сборно-монолитное перекрытие, в котором сам настил в значительной мере принимает на себя функции арматуры плиты. При применении керамических, легбетонных сборных вкладышей замоноличивание является способом устройства единого, цельного перекрытия (см. § VIII.2). При применении сборных железобетонных плитных перекрытий укладка поверх них дополнительного слоя армированного бетона является способом усиления их несущей способности.

Основной же объем перекрытий многоэтажных зданий выполняется из *сборных* железобетонных элементов. Применяются две основные схемы: плитная и балочная. Плиты укладываются на стены по двум, трем или четырем сторонам. Желательно (для жилых зданий особенно) применение сборных крупноразмерных плит размером «на комнату». Это повышает звукоизоляцию перекрытий.

По краям плит для образования дисков перекрытий устанавливают закладные металлические детали, которые сваривают между собой на монтаже. Для организации скрытой электропроводки в плитах устраивают ка-

налы или закладывают в них пластмассовые трубки.

При опирании плит углами на колонны можно получить один из вариантов безбалочного перекрытия в сборном исполнении. Балочные схемы — основной тип перекрытий при каркасном несущем остоле: сборные плиты укладываются по ригелям.

Сборные железобетонные плиты изготавливаются двух типов: с гладкими потолками и с ребрами (рис. XIV.2). Плиты с гладкими потолками: сплошного сечения толщиной 14...16 см, многпустотные плиты высотой 22 и 30 см, коробчатые настилы (их описание и изображения см. гл. XXII). Первые применяются во всех видах зданий, где необходимо получить гладкие потолки. Ребристые применяют чаще в производственных зданиях. Они экономичны, особенно при больших нагрузках на перекрытия, и удобны тем, что позволяют использовать межреберное пространство для размещения труб воздухопроводов, электрических кабелей и т. п.

В жилищном строительстве наиболее простой на сегодня и рациональной является конструкция междуэтажного перекрытия в виде сплошной плоской железобетонной плиты толщиной 16 см с наклейкой непосредственно по плите линолеума на упругой основе. Звукоизоляция от воздушного шума обеспечивается самой железобетонной плитой, имеющей массу около 400 кг/м², что погашает энергию воздушного звука, энергия же ударного звука погашается упругим слоем рулонного ковра — линолеума на мягкой основе.

В связи с этим для жилого строительства будущих лет целесообразно толщину плит принять единой для узкого и широкого шагов панельных домов (16 или 18 см), что отвечает в наибольшей мере принципам унификации, так как при этом удастся получить единые вертикальные элементы, с которыми сопрягаются плиты перекрытия, во всех схемах панельных домов — с узким шагом, широким и со смешанными шагами.

XIV.5. Монолитный железобетон в конструкциях многоэтажных зданий

Одним из путей повышения качества уровня строительства, его эффективности, повышения архитектурного разнообразия и выразительности застройки является расширение применения монолитного железобетона.

Монолитные и сборные железобетонные конструкции не следует противопоставлять друг другу. Так, область рационального применения сборных железобетонных конструкций — массовое строительство жилых, общественных и промышленных зданий, где основной тенденцией является повышение индустриальности строительства, заводское производство изделий и их поточный монтаж на строительной площадке.

Вместе с тем имеется широкая область гражданского и промышленного строительства, где рационально применение монолитного железобетона. Это — цельномонолитные гражданские и производственные здания, которые по своему назначению, градостроительному акцентному положению не могут быть выполнены из стандартных сборных железобетонных конструкций; устройство «столов» над первыми этажами панельных зданий, располагаемых на магистралях города, которые позволят получить современные решения магазинов и других крупных предприятий обслуживания населения; сборно-монолитные конструкции мно-

гоэтажных зданий — каркасных или панельных с монолитными ядрами жесткости; монолитные плоские безбалочные перекрытия под тяжелые нагрузки, необходимые, например, для объектов продовольственной программы — холодильников, овоще-, фруктохранилищ, мясокомбинатов и т. д.; отдельные нестандартные элементы общественных и производственных зданий — опорные конструкции, порталы, перекрытия, амфитеатры и балконы и др.; большепролетные конструкции; элементы реконструкции существующих зданий — жилых, общественных и производственных.

Цельномонолитные здания — жилые, общественные, производственные — будут возводиться как с несущими стенами, так и с каркасными конструкциями в зависимости от технологических и функциональных требований (рис. XIV.3). Отличительной особенностью таких решений гражданских зданий является четкость и простота конструктивных форм, определяющая простоту и индустриальность возведения зданий: колонны — круглого или прямоугольного сечения; перекрытия — в основном безбалочные, обеспечивающие свободу в расстановке перегородок, т. е. свободу планировочных решений; вертикальные диафрагмы жесткости в таких зданиях упрощают конструкцию узлов сопряжения перекрытий с колоннами, работающими в этом случае только на вертикальные нагрузки; в перекрытиях укладываются все разводки труб для электро- и слаботочных устройств, что исключает необходимость в устройстве подвесных потолков или подсыпок под полы, в которых обычно размещают трубы.

Удачным примером сооружения из монолитного железобетона может служить аудиторный корпус МИСИ им. Куйбышева на Ярославском шоссе в Москве (рис. XIV.4). Задуманной объемно-планировочной композиции в наибольшей мере отвечало конструктивное решение из монолитного железобетона, из которого выполнены несущие внутренние (радиальные и коль-

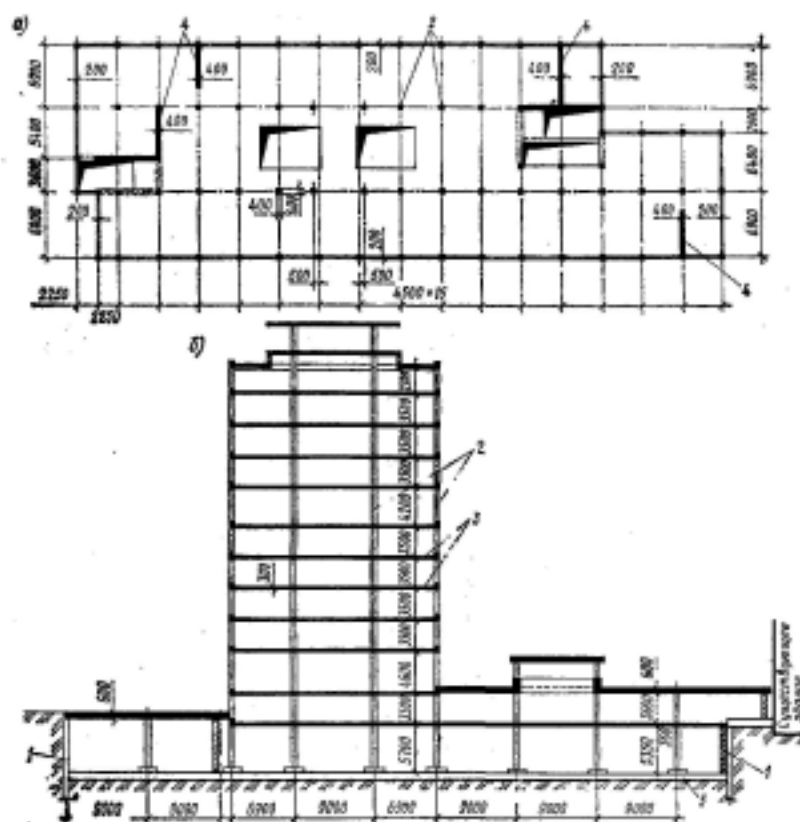


Рис. XIV.3. Конструктивная схема каркасного здания из монолитного железобетона:

а — план; б — разрез; 1 — стена подвала, выполненная методом «стена в грунте»; 2 — колонны; 3 — безбалочные перекрытия; 4 — диафрагмы жесткости; 5 — фундаментная плита

цевые) и наружные стены, перекрытия, покрытие, фундаменты. Наружные стены утеплены изнутри набрызгом пенополиуретана.

Аналогичные конструктивные приемы закладываются в проектах нового корпуса библиотеки им. Ленина, Музея изобразительных искусств им. Пушкина, административном здании ВЦСПС на Ленинском проспекте в Москве и др. При реконструкции центральной части города монолитный железобетон найдет применение как для строительства цельномонолитных жилых и общественных зданий (в конструкциях жилых домов с несущими стенами или с каркасными остовами общественных зданий, позволяющими

получить индивидуальные объемно-планировочные решения застройки), так и при реконструкции существующих зданий — жилых, общественных и производственных, которые характеризуются случайным, нестандартным расположением несущих конструкций — для замены деревянных перекрытий, устройства каркаса или дополнительных стен; для усиления существующих конструкций — фундаментов, колонн, стен, перекрытий.

Применение для многоэтажных каркасных зданий пространственных ядер жесткости, выполняемых в монолитном железобетоне, позволяет возводить эти здания с усложненной конфигурацией в плане, с разнообразны-

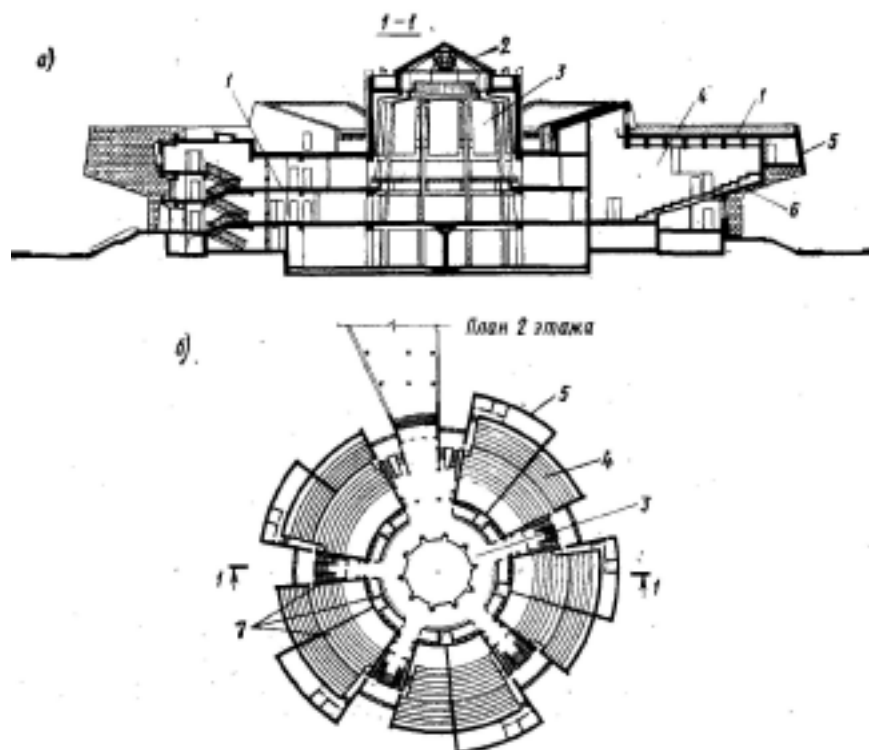


Рис. XIV.4. Аудиторный корпус МИСИ им. Куйбышева в монолитном железобетоне:

а — разрез; б — план 2-го этажа; 1 — монолитное перекрытие; 2 — фонарь; 3 — рекреация; 4 — аудитория; 5 — монолитная наружная стена с утеплением изнутри пенополиуретаном; 6 — монолитный амфитеатр; 7 — монолитные внутренние несущие стены

ми объемно-планировочными решениями (рис. XIV.5). В конструктивном же отношении образование сплошного, коробчатого в плане, сечения ядра жесткости вместо плоских стен жесткости во много раз увеличивает пространственную жесткость здания, а также позволяет значительно снизить расход бетона и стали. Техничко-экономи-

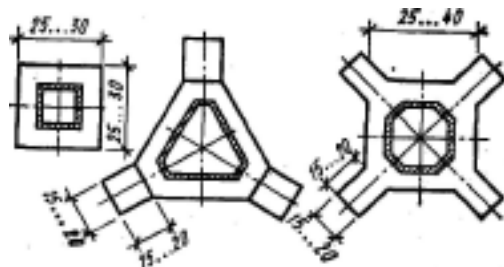


Рис. XIV.5. Схемы зданий с пространственными ядрами жесткости

ческие исследования показали, что основные показатели строительства многоэтажных зданий с монолитным ядром жесткости по сравнению со зданиями из обычных сборных конструкций, приведенные к 1 м² полезной площади, снижаются по трудоемкости до 10 .., 15 %, по себестоимости изготовления и монтажа изделий — до 15%, по расходу стали — до 30 %, цемента — до 10 %. Скорость возведения ядра составляет 3... 4 м в сутки, что позволяет строить такие сооружения быстрыми темпами. Все несущие конструкции, кроме ядра жесткости, а также ограждающие и элементы «начинки» дома осуществляются в сборных железобетонных конструкциях из унифицированных изделий Единого каталога.

Одним из эффективных направлений в строительстве многоэтажных

объектов является применение сборно-монолитных крупнопанельных жилых домов. Дело в том, что возведение зданий из стандартных панелей ограничивается высотой в пределах 20 ... 25 этажей. При такой этажности в панелях возникают значительные усилия от ветровых нагрузок, которые приводят к исчерпанию их несущей способности. Возможным решением проблемы увеличения высоты сооружений может быть сочетание панельной системы с монолитным ядром жесткости, которое воспримет все горизонтальные нагрузки, действующие на здания, «освобождая» панели для работы только на вертикальные нагрузки.

Другое направление развития многоэтажного строительства из монолитного железобетона связано с использованием легкого монолитного бетона на пористых заполнителях — одного вида бетона для несущих и ограждающих конструкций, в частности керамзитобетона класса В15 с плотностью до 1600 кг/м³.

Рациональной областью применения монолитного железобетона являются конструкции перекрытий под большие нагрузки, в частности безбалочные перекрытия. Возведение таких перекрытий методом подъема — один из прогрессивных методов. Основные особенности метода подъема перекрытий заключаются в изготовлении «пакета» перекрытий в виде плоских безбалочных монолитных железобетонных плит на уровне земли (например, на фундаментной плите или перекрытии над подвалом) и постепенном подъеме этих перекрытий по направляющим опорам (рис. XIV.6). Направляющими опорами служат сборные железобетонные или металлические колонны, а также монолитные железобетонные ядра жесткости, возводимые в переставной или скользящей опалубке. Конструкции перекрытий поднимают с помощью специальных домкратов, устанавливаемых на колоннах.

Достоинствами метода подъема перекрытий являются: возможность создавать разнообразные объемно-плани-

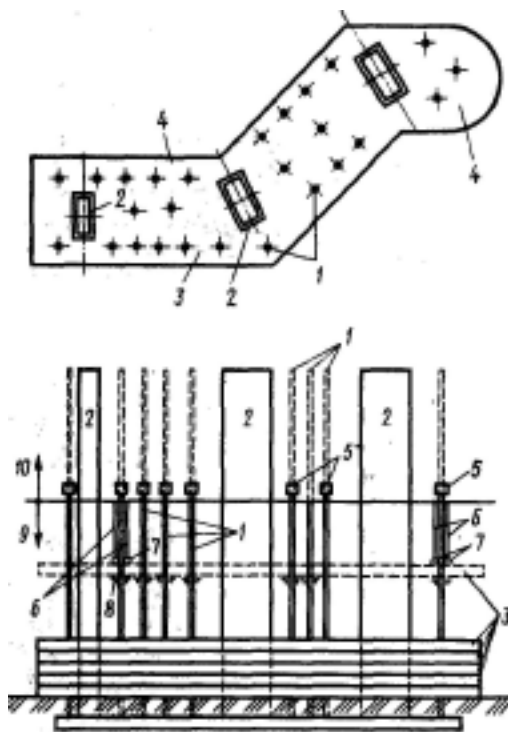


Рис. XIV.6. Схема метода подъема перекрытий:

1 — колонны; 2 — ядро жесткости; 3 — перекрытия; 4 — консоли перекрытий; 5 — домкраты; 6 — тяги; 7 — закрепление тяг к перекрытию; 8 — монтажные или временные опоры; 9 — 1-я захватка; 10 — 2-я захватка

ровочные решения зданий как с помощью изменения конфигурации только бортовой опалубки перекрытий, так и благодаря отсутствию выступающих из перекрытий балок и ригелей, произвольному расположению в плане колонн; комплексная механизация процессов возведения зданий, удобство выполнения значительной части работ на уровне земли; возможность возводить объекты в условиях ограниченной строительной площадки (благодаря отсутствию наземных кранов и минимальных площадей для складирования материалов), что имеет особо важное значение в условиях строительства на сложном рельефе или на затесненных площадках среди существующей городской застройки.

Новой областью является применение рельефного монолитного бетона, в

решении фасадов и интерьеров зданий так называемого «архбетона», предусматривающего использование различных сменяемых матриц, изготавливаемых, как правило, из синтетических материалов и закладываемого в опалубку перед бетонированием.

Большие возможности в развитии монолитного строительства связаны с расширением применения так называемого самонапрягающегося бетона на цементах НЦ. Этот бетон благодаря высокой плотности и соответственно водонепроницаемости позволяет эффективно решать конструкции таких элементов зданий и сооружений, где необходима водозащита, например подземные сооружения, в том числе подвалы зданий, покрытия стилобатов, кровельные покрытия, трибуны открытых спортивных сооружений, мостовые сооружения, бассейны, градирни, резервуары и т. п. Практика применения самонапрягающегося бетона пока-

зала его надежные гидроизоляционные качества при возведении ванн бассейнов, покрытий стилобатов в конструкциях трибун стадионов и других сооружений, где его применение позволяло отказаться от устройства традиционной оклеечной гидроизоляции и получить надежную долговечную гидроизоляционную защиту.

Рассматривая перспективы применения монолитного железобетона, необходимо отметить, что речь идет о качественно новом техническом уровне его использования. Этот уровень характеризуется принципиально иным подходом ко всему комплексу вопросов его внедрения: проектированию, изготовлению опалубки, оснастки и арматурных изделий, транспортированию бетонной смеси и ее укладки, способам интенсивного твердения бетона. Комплексное решение этих и ряда организационных вопросов позволит создать индустрию монолитного железобетона.

XV Глава. Несущие остовы гражданских многоэтажных зданий

XV. 1. Стеновой остов

Как отмечено выше, стеновой несущий остов наиболее распространен при строительстве жилых многоэтажных зданий. Применяются все три системы, рассмотренные в § II. 1: с поперечными, продольными и с перекрестными стенами. Преимущественная строительная система — крупнопанельная.

Конструктивная система с поперечными несущими стенами. Наиболее употребителен узкий шаг поперечных стен (до 4,8 м). Первым крупнопанельным жилым домом повышенной этажности стал построенный в 1964 г. 12-этажный дом на ул. Чкалова в Москве (рис. XV.1). Экспериментальные многоэтажные крупнопанельные 17-этажные дома построены в 1966 г. на проспекте Мира и на Смоленском бульваре. Сооружение этих домов открывало новое направление в массовом

строительстве домов повышенной этажности с применением крупнопанельных конструкций.

Внутренние стены и перекрытия выполнены из плоских железобетонных панелей. Панели поперечных стен в соответствии с величиной действующих усилий приняты толщиной 16 см, плиты перекрытия — толщиной 14 см; размеры этих элементов соответствуют конструктивному шагу 3,2 м. Это позволило получить крупноразмерные плиты перекрытий, исключить промежуточные швы в пределах комнат и тем самым улучшить звукоизоляцию помещений. Основной узел сопряжения несущих конструкций — опирание плит перекрытий на внутренние несущие стены — решен в виде платформенного стыка (см. рис. XV. 11). Наружные стены,—навесные панели из керамзитобетона толщиной 32 см, длиной на две комнаты. Особенностью решения стен служит выполнение всех стыков

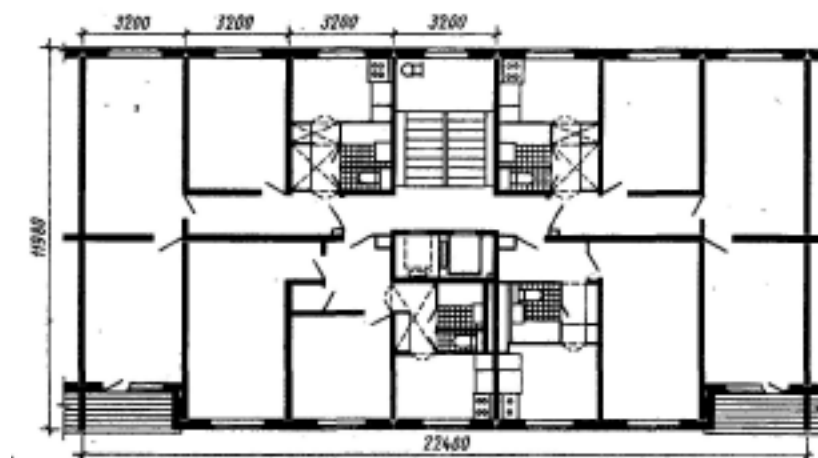


Рис. XV.1. Первый крупнопанельный 12-этажный жилой дом на ул. Чкалова в Москве. План секции

между наружными панелями внахлестку, благодаря чему вертикальные стыки между панелями (представляющие наибольшую опасность с точки зрения протекания) дополнительно защищены балконными плитами. Выполнение стыков внахлестку также удачно решает проблему температурных деформаций наружных стен, так как исключает возможность раскрытия стыков при колебаниях температуры.

Конструктивное решение 25-этажного жилого дома на проспекте Мира (рис. XV.2) является развитием принципов, заложенных в проектах построенных 17-этажных жилых домов. Эти конструктивные принципы положены в основу начавшегося в 70-е годы массового строительства многоэтажных крупнопанельных жилых домов в нашей стране. В качестве примера типовых панельных домов повышенной этажности можно привести серию 17-этажных домов П-44 (рис. XV.3). Серия включает: два шага поперечных стен (3,0 и 3,6 м); весь необходимый набор квартир; имеет прямые и угловые секции; поворотные вставки; варианты нежилых первых этажей.

Конструктивное решение домов этой серии: несущие поперечные стены толщиной 180 мм (межквартирные) и 140 мм (межкомнатные); наружные

стены — трехслойные железобетонные панели «на 2 комнаты» толщиной 280 мм; перекрытия в виде плоских железобетонных плит размером на комнату толщиной 140 мм; теплый чердак, который служит для сбора воздуха из систем вентиляции, и утепленная железобетонная крыша с внутренним водостоком.

Стык внутренних стен и плит перекрытий (горизонтальный стык) — платформенный (см. рис. XV.11), в котором вертикальная нагрузка с панели на панель передается через опорные участки панелей перекрытий, опирающихся на половину толщины вертикальных несущих панелей.

Эти же принципы конструктивных решений положены в основу нового поколения крупнопанельных жилых домов различной высоты от 4 до 25 этажей, разработанных для строительства в тринадцатой и последующих пятилетках.

Из крупных панелей на основе изложенных принципов строят здания общежитий, больниц, гостиниц, т. е. здания, имеющие четкую, регулярную, мелкочаистую планировочную структуру.

Конструктивная система, построенная на широком шаге поперечных стен (6,3 м), впервые применена для зда-

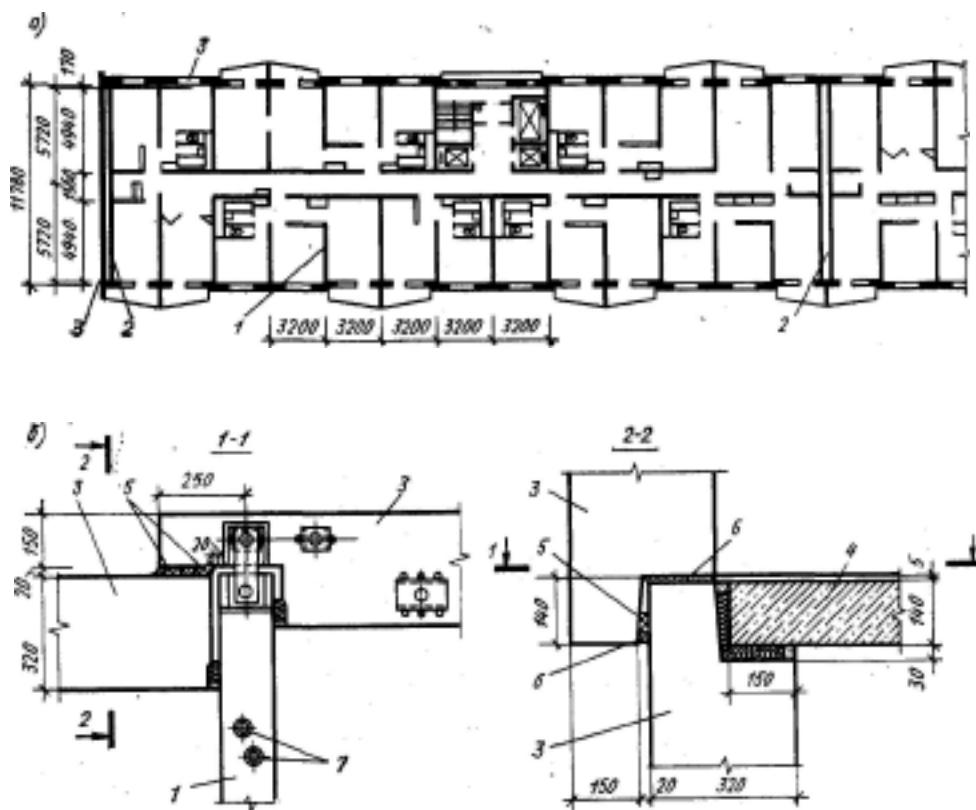


Рис. XV.2. Крупнопанельный 25-этажный жилой дом на проспекте Мира в Москве:
 а — план типового этажа; б — узлы наружных стен; 1 — внутренняя стеновая панель; 2 — сборно-монолитные диафрагмы жесткости; 3 — навесная керамзитобетонная панель; 4 — панель перекрытия; 5 — уплотняющий жгут (геринт); 6 — раствор; 7 — стояки отопления

ний повышенной этажности при строительстве 17-этажного дома на Юго-Западе в Москве (рис. XV.4). Применение широкого шага открыло новые возможности «свободного» планировоч-

ного решения квартир: редкое расположение поперечных стен позволило получить разнообразные типы квартир в пределах шага, что создало предпосылки для более четкой унификации сборных железобетонных конструкций в жилищном строительстве; лучше осуществляется функциональное зонирование квартир (санитарные узлы располагаются около спален, а кухня — рядом с главной комнатой); создаются интересные архитектурно-конструктивные возможности в интерьере квартир (раздвижная перегородка пространственно объединяет столовую и обеденное место в кухне).

Поперечные несущие стены выполнены из плоских железобетонных панелей толщиной 20 см; перекрытия — из предварительно напряженных плоских плит толщиной 16 см.



Имеет свои особенности и решение наружных стен. Они навесные, увеличенной длины — до 7 ... 11 м. Лоджии выполняются навесными. Остов первого этажа выполнен каркасным. Аналогичная конструктивная система поперечных стен принята при строительстве 16-этажных жилых домов, построенных в Северном Чертанове и других районах Москвы. Шаг поперечных стен принят 7,2 м, что дополнительно расширило планировочные возможности.

Основными недостатками конструктивной системы с широким шагом поперечных несущих стен по сравнению с конструктивной схемой с узким шагом, являются повышенная на 25... 30 % трудоемкость строительства, увеличенный на 15... 20 % расход стали и цемента; это ограничивает использование широкого шага в строительстве.

Конструктивная система с продольными несущими стенами. Попытки освободить внутренние пространства от несущих конструкций привели к использованию системы с тремя продольными несущими стенами. Пространственная жесткость таких зданий обеспечивается совместной работой продольных и поперечных межсекционных стен, а также перекрытий. Перекрытия из многослойных настилов с замкнутыми стыками представляют собой горизонтальные диски жесткости, передающие ветровые нагрузки на стены лестничных клеток.

Принципиально такое расположение несущих конструкций с пролетами 5,4 ... 6 м в наибольшей мере освобождают площадь дома от внутренних стен. Однако это решение вступает в противоречие с конструктивной целесообразностью: при однослойных конструкциях ограждений, выполненных из керамзитобетона, предельная высота дома, определяемая прочностью материала и технико-экономическими показателями, ограничивается девятью этажами.

Наружные керамзитобетонные стены выполняются в этом случае толщиной 40 см, из керамзитобетона клас-

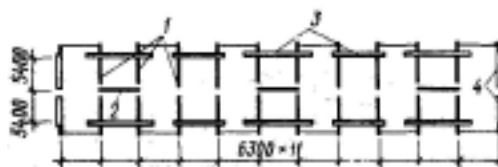


Рис. XV.4. Крупнопанельный 17-этажный жилой дом с широким шагом поперечных стен. Конструктивная схема:

1 — поперечные несущие панели; 2 — продольная стеновая панель; 3 — наружные ленточные стеновые панели; 4 — торцовые железобетонные трехслойные панели

са В 5 плотностью 1200 кг/м³. Продольная внутренняя стена из бетонных панелей толщиной 27 см. При строительстве кирпичных и блочных жилых домов эта же конструктивная система применяется высотой до 12 этажей.

Конструктивная система с перекрестными несущими стенами в зданиях повышенной этажности нашла ограниченное применение и это не случайно. При наличии поперечных несущих стен нецелесообразно устраивать и фасадные панели несущими ради опирания на них плит перекрытий. Такое решение имеет смысл только для небольших зданий до 6 ... 9 этажей. Для более высоких зданий логично стремление к всемерному облегчению наружных стен, используя полностью для загрузки плитами только внутренние (с опиранием по трем сторонам, включая внутреннюю продольную). При высоте зданий более 10... 12" этажей решение с навесными наружными стенами является оптимальным.

Несущий остов каменных зданий. Дома с несущими каменными стенами пока еще составляют значительную долю в жилищно-гражданском строительстве городов, хотя и постепенно вытесняются индустриальными и прежде всего крупнопанельными системами.

Несмотря на трудоемкость ручной кладки, каменные конструкции будут применяться в строительстве различных зданий и сооружений, в том числе жилых и общественных, благодаря архитектурным преимуществам и эксплуатационным достоинствам.

Каменные стены здания возводят из глиняного и силикатного кирпича, керамических пустотелых блоков, из искусственных и естественных камней правильной формы на известково-песчано-цементном или песчано-цементном растворах. Различают камни для «одноручной» кладки: кирпич (глиняный и силикатный, полнотелый и пустотелый) массой до 4,5 кг и камни для «двухручной» кладки — керамические пустотелые камни плотностью до 1200 кг/м³, из автоклавного ячеистого бетона плотностью до 800 кг/м³. Камни для двухручной кладки имеют массу 8... 16 кг. Приемы кладки стен см. разд. II.

Для улучшения технико-экономических и теплотехнических показателей кирпичные стены выполняют из эффективных облегченных кладок, также рассмотренных в разд. II. В облегченной кладке возводят верхние 3 ... 5 этажей.

Системы несущих остовов многоэтажных каменных зданий не отличаются от рассмотренных выше для панельных зданий: употребляются несущие остовы с продольными или поперечными несущими стенами, смешанные системы с опиранием перекрытий на продольные и поперечные стены, комбинированные системы с несущими наружными стенами и внутренним каркасом — неполный каркас, а также каркасные схемы с самонесущими каменными наружными стенами.

При поперечных несущих стенах продольные каменные стены — самонесущие — выполняют только функции ограждающей конструкции. Кроме того, продольные наружные стены в этом случае являются элементами жесткости, обеспечивая вместе с лестничными клетками продольную устойчивость несущего остова. Пространственная жесткость здания обеспечивается надежным соединением продольных и поперечных стен в местах их пересечения и связью стен с перекрытиями.

Свободная длина продольных стен в пределах между поперечными связями по нормам СНиПа при сборных же-

лезобетонных перекрытиях может достигать до 48 м.

Устойчивость зданий при продольных несущих стенах обеспечивается поперечными стенами — торцовыми, межквартирными, а в некоторых случаях — специальными поперечными стенами жесткости.

Неполный каркас применяется в целях экономии стеновых материалов. Неполный каркас используют также при наличии в нижних этажах магазинов и других предприятий обслуживания населения, планировка которых не допускает устройства часто расположенных стен. При неполном каркасе панели перекрытий опираются на ригели, уложенные по колоннам каркаса.

Каменные материалы, обладающие большой плотностью, имеют высокую теплопроводность, а поэтому наружные стены по теплотехническим соображениям приходится устраивать значительной толщины — от 38 до 77 см.

Толщина стен в нижних этажах домов выше 6 этажей увеличивается для обеспечения необходимой несущей способности, а в некоторых случаях для этой цели в нижних этажах устраиваются специальные местные утолщения стен (пилястры) или их усиливают железобетоном, работающим совместно с каменной кладкой (так называемая «комплексная кладка»).

Повышение несущей способности каменных стен и столбов может быть также достигнуто путем применения в нижних этажах материалов повышенной прочности и армированием швов кладки горизонтальными сетками из проволоки диаметром 4 ... 5 мм.

Толщина несущих внутренних стен принимается в нижних этажах 640 мм (2,5 кирпича) и 770 мм (3 кирпича), а в верхних этажах — 380 мм. (1,5 кирпича). Толщина наружных несущих стен в нижних этажах 640... 770 мм, в верхних этажах для климатических условий средней полосы, например, Москвы,¹ — из пустотелого кирпича или керамических камней толщиной 510 мм.

Декоративные свойства кирпичным стенам придают устройством фасадного ряда из лицевых кирпичей или керамических камней с расшивкой швов либо облицовкой закладными керамическими или бетонными плитами, которые устанавливают по ходу кладки. Для уникальных зданий применяют облицовку плитами натурального камня.

Венчающую часть каменной стены — карниз или парапет — решают в соответствии с принятой в проекте конструкцией крыши и системой водоотвода (наружного или внутреннего).

Междуэтажные перекрытия многоэтажных зданий с каменными стенами выполняют из сборных железобетонных многопустотных плит. Остовы каменных зданий высотой 10 ... 14 этажей обычно решаются по принципу стенового остова с неполным каркасом, с плитами перекрытий, опирающимися на наружные кирпичные стены и на продольные ригели каркаса.

Определенное достоинство такого конструктивного решения состоит в исключении сильно нагруженной внутренней кирпичной стены, что снижает

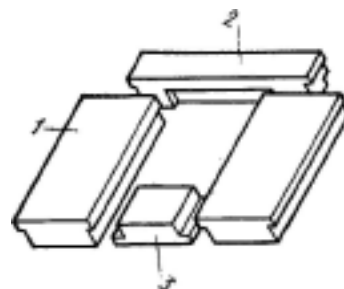


Рис. XV.5. Крупноблочные наружные стены. Разрезка стен на блоки:

/ — простеночный; 2 * — перемычечный; 3 — подоконный

трудоемкость строительства и создает возможности более гибких планировочных решений. Такие решения принимались в ряде случаев для домов высотой до 14 этажей. Дальнейшее повышение этажности экономически нецелесообразно, так как требует увеличения толщины наружных кирпичных стен для повышения их несущей способности. Поэтому пределом целесообразности применения конструктивной схемы с несущими (обычно продольными) кирпичными стенами следует считать 14 этажей.

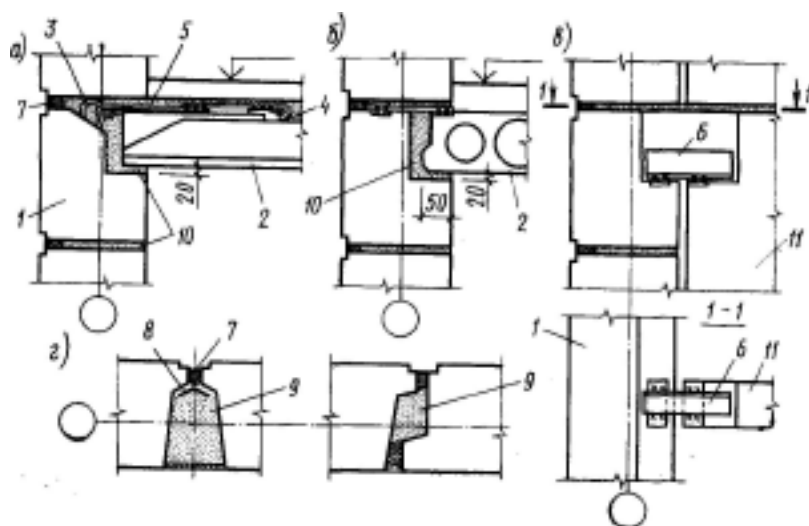


Рис. XV.6. Детали стыков крупноблочных стен:

a, б - примыкания перекрытий к наружным стенам: *в* — сопряжение с блоком внутренней стены; *г* — вертикальный стык; *1* — перемычный блок; *2* — настил перекрытия; *3* — подъемная петля стенового блока; *4* — то же, настила перекрытия; *5* — стальной анкер; *6* — стальной уголок; *7* — герметизирующая мастика по гернитовому жгуту; *8* — обклейка рулонным гидроизоляционным материалом; *9* — легкий бетон; *III* — цементный раствор; *//* — блок внутренней стены

Многоэтажные крупноблочные здания повторяют конструктивные схемы кирпичных домов (рис. XV.5, XV.6).

Наружные стены выполняют из легкого бетонных блоков с двухрядной разрезкой, в системе которой основными являются простеночные блоки и блоки-перемычки. На глухих (безоконных) участках стен вместо перемычек применяются поясные блоки. Толщину легкого бетонных блоков наружных стен принимают 400, 500, 600 мм в зависимости от климатических условий строительства. Внутренние стеновые блоки выполняют из тяжелого бетона с вертикальными круглыми пустотами толщиной 400 и 500 мм в зависимости от высоты дома, т. е. от величины действующих усилий.

В местах пересечений внутренних и наружных стен обеспечивается перевязка поясных блоков и свариваются закладные стальные детали блоков. Для обеспечения надежной пространственной работы здания выполняют анкерную перекрытий в стенах.

По уровню индустриальности крупноблочные системы занимают промежуточное положение и являются как бы переходными между кирпичными и крупнопанельными. В перспективе по мере развития базы крупнопанельного домостроения блочные конструкции уступят место более индустриальным и совершенным — крупнопанельным системам.

Выбор конструктивных систем жилых домов повышенной этажности. Сложность экономического сопоставления рассмотренных зданий, выполненных по различным конструктивным системам, определяется влиянием целого ряда факторов — различием объемно-планировочных решений, выбором материалов и конструкций для отдельных элементов, индивидуальным подходом того или иного проектировщика к конструированию элементов. Влияние на стоимость только планировочных факторов может достигать 20 %. Для зданий высотой до 16... 17 этажей среди строительных систем — крупноблочной, каркасно-панельной и

крупнопанельной — преимуществами по основным показателям обладает крупнопанельная. Наиболее решительно в пользу панельных домов говорят показатели трудоемкости, которая оказывается для панельных домов в 2,5 ... 3 раза ниже, чем для каркасных.

Приведенные показатели обуславливают целесообразность для 16 ... 25-этажных жилых домов бескаркасных несущих остовов.

Исследования показывают, что наиболее экономичными типами зданий по расходу стали, цемента и бетона, по затратам труда и стоимости являются крупнопанельные дома с конструктивной системой в виде поперечных несущих стен, расположенных с узким шагом. Именно поэтому такая система получила наибольшее распространение в строительстве.

Повышение этажности крупнопанельных домов от 5 до 9, затем до 12 и, наконец, до 17 и 25 этажей в пределах единой конструктивной системы не приводит к резкому увеличению расхода материалов и повышению трудоемкости.

Новые направления развития многоэтажного индустриального домостроения. Как показывает практика строительства панельных домов повышенной этажности, обычные панельные конструкции могут применяться в домах не выше 25 этажей. Уже при такой высоте в конструкциях панельных домов возникают дополнительные и довольно значительные осложнения, связанные с трудностями обеспечения пространственной жесткости.

Наиболее целесообразный метод повышения жесткости зданий — компоновка плана панельного дома с развитыми на всю его ширину поперечными стенами, которые в этом случае будут обладать достаточно высокой жесткостью и в зданиях высотой до 16... 17 этажей относительно легко воспринимать горизонтальные нагрузки.

Другое направление в поисках новых конструктивных решений панельных зданий большой этажности также

связано с применением монолитного железобетона. Одна из возможных конструктивных схем представляет собой монолитный железобетонный ствол, из которого «выпущены» на нескольких уровнях мощные железобетонные консольные полые плиты, являющиеся как бы платформами для опирания домов-блоков любой панельной конструкции (рис. XV.7).

Разновидность этой системы — сборно-монолитная железобетонная конструкция, в которой пространственная система диафрагм в виде ядра жесткости выполняется в монолитном железобетоне (например, в той же подвижной опалубке) и к этому ядру «привязывается» сборная панельная конструкция, работающая здесь только на вертикальные нагрузки (рис. XV.8). Панельные дома такой конструкции могут возводиться высотой до 30... 35 этажей.

Методы типизации в крупнопанельном домостроении. На первом этапе крупнопанельного домостроения объектом типизации был типовой жилой дом. Это привело к монотонности, к невозможности достичь разнообразия в архитектуре застройки. Следующим методом стал блок-секционный, в котором законченным объектом типизации являлись блок-секции, из набора которых создавалась объемно-пространственная композиция застройки. Для разнообразия композиционных решений разработаны блок-секции широтные и меридиональные, прямые и угловые, со сдвижкой в плане, поворотные вставки и т. п. Этот метод получил наибольшее распространение в массовом строительстве в нашей стране.

Поиски разнообразия в индивидуальном строительстве привели к разработке блок-квартирного метода, в котором объектом типизации являлась квартира. Однако он не нашел практического применения в связи с нестабильностью заводского производства деталей и необходимостью в каждом случае разрабатывать, по существу,

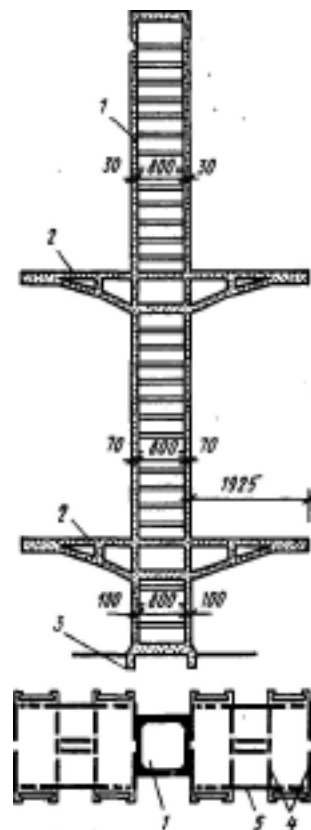


Рис. XV.7. Конструктивная схема с монолитным стволом, поддерживающим на консолях панельные конструкции. План и разрез (панельные конструкции на разрезе условно не показаны):

1 — монолитный железобетонный ствол; 2 — консоль; 3 — фундамент; 4 — несущие поперечные панели; 5 — навесные наружные панели

индивидуальные проекты панельных домов.

Новым методом явился разработанный в Моспроекте № 1 метод компоновочных объемно-планировочных элементов (КОПЭ), в котором объектом типизации стали фрагменты (конструктивно-планировочные ячейки) жилой секции высотой от фундамента до крыши, способные по определенным правилам блокироваться с другими аналогичными фрагментами системы, создавая тем самым различные по композиционным, демографическим и другим условиям объемно-планиро-

вочные решения жилых домов высотой 18... 22 этажа (рис. XV.9).

Достоинством метода является высокая степень повторяемости типовых индустриальных изделий благодаря жесткой унификации планировочных параметров в различных фрагментах и в таких элементах здания, как лестнично-лифтовые узлы, конструкции нулевых циклов, чердака и т. п.

Метод предполагает открытую систему типизации фасадных панелей, создавая тем самым дополнительные средства для разнообразия архитектуры застройки.

Конструкции несущих стен и узлы опирания перекрытий. Наиболее ра-

циональными конструкциями несущих стен с позиций всего комплекса требований — прочностных, технологических, экономических — являются поперечные стены из плоских несущих железобетонных панелей. Это решение стало, по существу, единственным и для зданий повышенной этажности. В настоящее время плоские панели для зданий высотой 9 ... 12 этажей выполняются толщиной 16 см. Такая толщина продиктована не только условиями прочности, но и требованиями звукоизоляции от воздушного шума.

Можно рекомендовать увеличение толщины панелей межквартирных стен до 18 см. При повышении этажности домов с узким шагом, например до 16... 17 этажей, переход на толщину стен 18 см определяется не только условиями звукоизоляции, но и прочностью, а также противопожарными требованиями. При больших нагрузках, например в системах с широким шагом несущих стен, в домах высотой 16 этажей и более целесообразно увеличить толщину поперечных стен до 20 см.

За рубежом в большинстве случаев внутренние стены также применяются в виде плоских панелей размером на комнату из бетона класса В20 толщиной 15 ... 20 см.

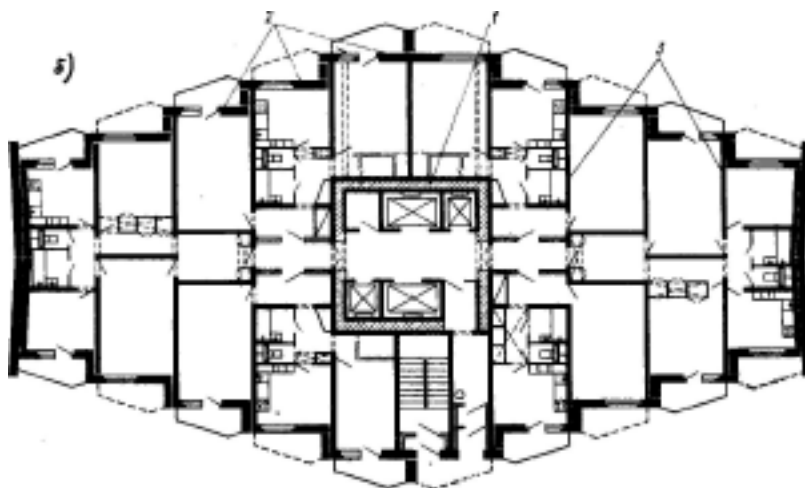
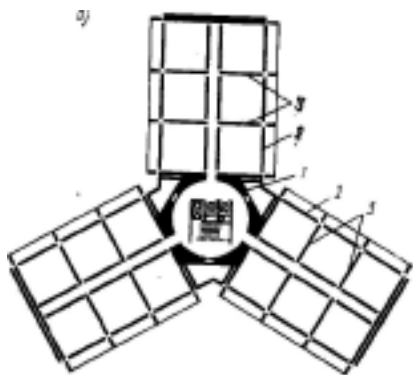


Рис. XV.8. Схема панельного дома с ядром жесткости (план типового этажа): а — с монолитным ядром; б — со сборно-монолитным ядром; / — ядро жесткости; 2* — навесные наружные панели; 3 — панели поперечных стен

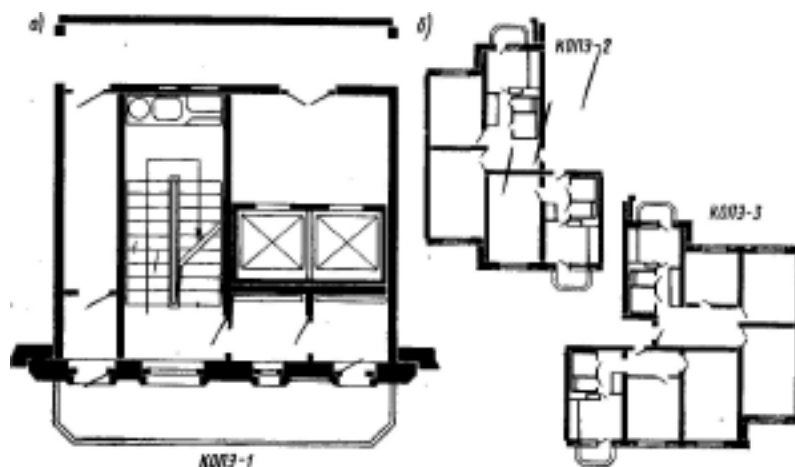


Рис. XV.9. Примеры компоновочных объемно-планировочных элементов (КОПЭ):

а — КОПЭ лестнично-лифтового узла; б — КОПЭ вариантов квартир

Панели внутренних стен подразделяют на сплошные (беспроемные), с проемами (рис. XV. 10) и с разновидностью — типа «флажок». В гранях дверных проемов устанавливают деревянные пробки для крепления дверных коробок. Для устройства каналов для скрытой сменяемой электропроводки в панель закладывают пластмассовые трубы. Применяется также более простая бесканальная электропроводка в специальных пластмассовых плинтусах.

Передача вертикальных усилий в горизонтальных стыках между несущими панелями представляет наиболее сложную задачу крупнопанельного строительства.

В практике нашли применение четыре основных типа соединений (рис. XV.11):

платформенный стык, особенностью которого является опирание перекрытий на половину толщины поперечных стеновых панелей, т. е. ступенчатая передача усилий, при которой усилия с панели на панель передаются через опорные части плит перекрытий;

зубчатый стык, представляющий модификацию стыка платформенного типа, обеспечивает более глубокое опирание плит перекрытий, которые наподобие «ласточкина хвоста» опираются

на всю ширину стеновой панели, а усилия с панели на панель передаются через опорные части плит перекрытий; контактный стык с опиранием перекрытий на выносные консоли и непосредственной передачей усилий с панели на панель;

контактно-гнездовой стык с опиранием панелей также по принципу непосредственной передачи усилий с панели на панель;

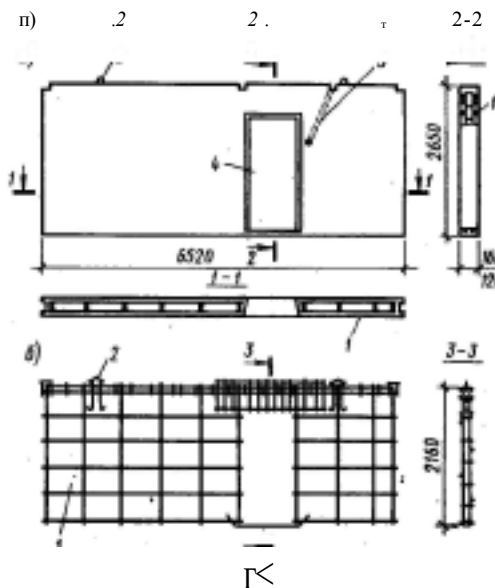


Рис. XV. 10. Конструкция панели внутренних стен:

а — общий вид панели; б — арматурный каркас; 1 — арматурный каркас; 2 — подъемные петли; 3 — канал для электроразводок; 4 — дверной проем

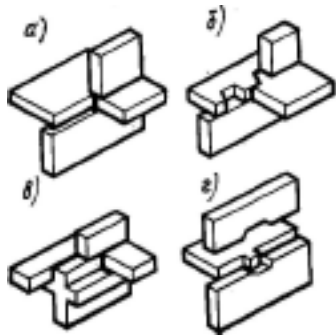


Рис. XV.11. Типы горизонтальных стыков между несущими панелями:

a — платформенный; *б* — зубчатый; *в* — контактный на выносных консолях; *г* — контактно-гнездовой

ли на панель и опиранием перекрытий через консоли или ребра («пальцы»), выступающие из самих плит и укладываемые в специально оставленные в поперечных панелях гнезда.

Обобщение опыта применения различных конструктивных решений несущих стен и узлов опирания перекрытий позволяет рекомендовать при создании новых типов зданий следующие конструкции.

Основным типом узла опирания перекрытий на несущие стены продолжает оставаться платформенный стык (рис. XV. 11, *a*) — наиболее простой в выполнении и достаточно надежный при высоте панельных домов в пределах 25 этажей.

Основным решением несущих стен по-прежнему будут оставаться плоские железобетонные панели. В целях повышения эксплуатационных звукоизолирующих качеств рекомендуется увеличить толщину панелей до 18 см, что одновременно позволит применять их для домов высотой 16... 18 этажей.

XV.2. Каркасный остов

Возведение зданий каркасной конструкции началось в конце прошлого века и довольно быстро распространилось по странам Америки и Европы. Конструкции каркасных зданий за это время прошли значительную эволюцию. Обобщение и анализ опыта зарубежного и отечественного каркас-

ного строительства позволил выявить определенные тенденции его развития и выбрать наиболее рациональные конструктивные схемы для применения в отечественном многоэтажном строительстве.

Первым зданием каркасной конструкции в США следует считать построенное архитектором Дженнеем в 1883 г. 10-этажное здание с чугунными внутренними и наружными колоннами, поддерживающими перекрытия. В этом здании наружная стена самонесущая — несет только собственный вес и не поддерживает перекрытия. В связи с таким, новым тогда изменением функции стен возникла необходимость в конструкциях, которые должны были обеспечивать пространственную жесткость и устойчивость многоэтажных зданий. Ими стали жесткие вертикальные плоскости каркаса, предназначенные создавать совместно с горизонтальными жесткими плоскостями-перекрытиями необходимую пространственную жесткость и устойчивость здания. Стены же стали применять навесными. В годы, предшествующие второй мировой войне, ведется интенсивное строительство небоскребов с применением стального каркаса.

В начале XX в., после научного обоснования методов расчета железобетонных конструкций, железобетон находит применение и для каркасов многоэтажных зданий.

При проектировании железобетонных каркасов схемы стальных каркасов были повторены без существенных изменений. Однако железобетонные каркасы получили в американской практике многоэтажного строительства значительно меньшее распространение, чем стальные. Анализ практики строительства многоэтажных зданий в США до 1945 г. показывает, что конструктивные решения каркасов не объединены общей идеей и направлением проектирования, в большинстве своем достаточно сложны и неэкономичны. Усложненные объемно-планировочные решения приводили соответственно к усложнению конструкции каркаса.

Для европейской практики многоэтажного строительства характерно широкое использование монолитных железобетонных каркасов. В последние годы в строительстве многоэтажных зданий в странах Европы начинают применяться и сборные железобетонные конструкции. Наиболее характерные особенности современного многоэтажного каркасного строительства в Европе: использование конструктивных схем каркасов связевой системы с выполнением диафрагм жесткости в виде монолитных стенок; стремление к увеличению размеров модульных ячеек каркаса ради получения широкой свободы в планировочных решениях, даже в ущерб расходу материалов — стали и бетона.

В современной американской практике строительства многоэтажных зданий наряду с традиционными в последнее время появился ряд новых решений. В отдельных высотных сооружениях привычный тип каркаса с кирпичным заполнением наружных ограждений между колоннами заменяется конструкцией, состоящей в плане из двух концентрических, входящих одна в другую, стен, которые образуют совместно работающее внутреннее ядро и наружную «оболочку» — «каркасную стену» — с опирающимися на них междуэтажными перекрытиями. Эта система получила название «труба в трубе» (рис. XV.12). Несколько зданий такой ядрооболочковой конструкции уже возведено.

Таким образом, эволюция конструктивной системы наружных ограждений — несущие и самонесущие тяжелые каменные стены, затем превращение их в навесные ограждения — снова привела к возвращению им функции несущей конструкции, но уже в новом качестве.

Развитие конструктивных систем каркасных зданий в Советском Союзе и особенности их работы. Значительную роль в развитии строительной техники в многоэтажном строительстве сыграло возведение первых высотных зданий в Москве в 1950—1953 гг.

В первых московских высотных зданиях нашли применение каркасы всех трех схем: рамной, рамно-связевой и связевой. Можно проследить четкую направленность в развитии конструктивных схем каркасов первых московских высотных зданий: от рамной к связевым. Достоинства каркасов рамной схемы — относительно свободная планировка — достигаются в ущерб требованиям экономии стали, обеспечению высокой жесткости каркаса и уменьшению трудоемкости выполнения. Более рациональны для большинства объемно-планировочных решений зданий каркасы связевой схемы, применение которых обеспечивает необходимую жесткость каркаса при одновременном снижении расхода стали.

Качественно новой конструктивной формой каркаса связевой схемы стал каркас с пространственной системой связей (рис. XV. 13). Рациональность применения таких систем возрастает с увеличением этажности здания.

Второй по степени важности проблемой по изысканию рационального решения каркаса является выбор материала. В первых московских высотных зданиях нашли применение два разных по материалу типа каркаса: стальной и железобетонный с жесткой арматурой. Сопоставление железобетонных и стальных каркасов показывает, что преимуществами с точки зрения экономии стали и жесткости обладают железобетонные.

Конструктивные решения в многоэтажном каркасном строительстве 70-х годов. Поиски наиболее рациональных конструктивных схем многоэтажных зданий, отвечающих современному уровню индустриализации и развития строительной техники, привели к появлению принципиально новых в мировой практике строительства конструктивных решений. Главной особенностью многоэтажного строительства стало широкое использование сборного железобетона, впервые применяемого для такого рода сооружений.

Применение сборного железобетона потребовало прежде всего унифици-

кации основных параметров зданий, с тем чтобы получить наименьшую номенклатуру изделий.

Определились следующие принципы унификации: по высоте этажей: 1) для жилых каркасно-панельных зданий — 3 м, для зданий административного назначения, лечебных учреждений, зданий торгового назначения,

учебных заведений и т. п. — 3,3 и 3,6 м с дополнительной высотой, в основном для первых этажей — 4,2 м; 2) для зданий специального назначения — конструкторских бюро, научно-исследовательских институтов, лабораторных корпусов, крупных торговых предприятий и т. п. — 3,6; 4,2; 4,8; 6 м; по размерам ячейки в плане: 1) для зда-

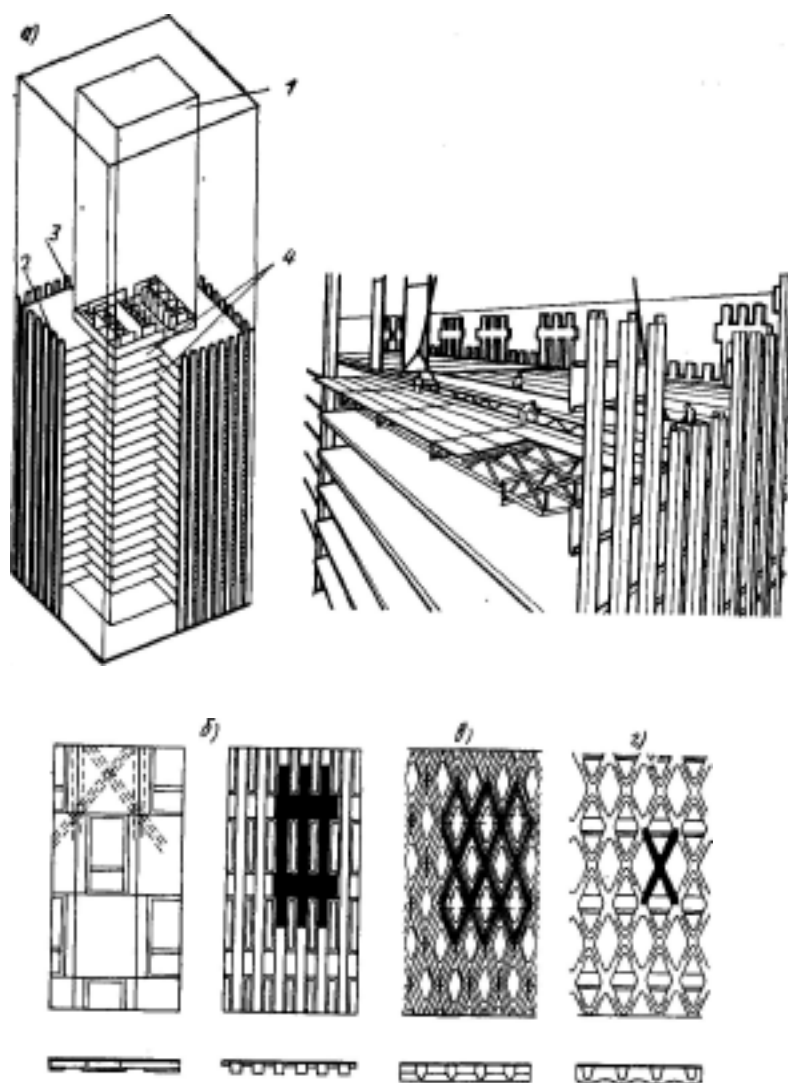


Рис. XV.12. Ядрооболочковая конструктивная схема высотного здания:
 а — общая схема; 1 — внутреннее ядро жесткости; 2 — наружная оболочка, состоящая из часто расположенных колонн и ригелей — развитых надоконных перемычек; 3 — свободные от несущих конструкций рабочие площади; 4 — перекрытия; б — наружная оболочка в виде безраскосной фермы; в — наружная оболочка в виде диагональной (стальной) раскосной конструкции; г — наружная оболочка в виде диагональной (железобетонной) раскосной конструкции

ний первой группы, т. е. с высотой этажей 3; 3,3; 3,6 м — 6X6 м, с дополнительным шагом 3 м и с увеличенным шагом 9 м; 2) для зданий второй группы, т. е. зданий специального назначения, в которых технологические требования диктуют необходимость применения увеличенных пролетов и определяют повышенные величины нагрузок на перекрытия, приняты увеличенные ячейки 9X9, 9X6, 6X6 м с дополнительным шагом 3 м.

Оптимальным решением при проектировании каркасов связевой системы является пространственная компоновка связей в виде связевого ядра жесткости (рис. XV. 13). Если по архитектурно-планировочным соображениям такая компоновка связей невозможна, связевые диафрагмы могут быть выполнены плоскими при обязательном условии проектирования их сквозными на всю ширину здания. Благодаря высокой жесткости таких систем расстояние между связевыми стенками может быть увеличено до 48 м, что обеспечивает необходимую гибкость планировки (особенно ценную в общественных сооружениях).

В дальнейшем будет последовательно и настойчиво расширяться номенклатура унифицированного каркаса. Освоение всего набора изделий номенклатуры, т. е. изделий для полного модульного ряда пролетов, создает высокую вариабельность и гибкость каркаса (что является основным достоинством каркасного остова по сравнению со стеновым — панельным, блочным и т. п.).

Проектные проработки последнего времени показали, что на этой номенклатуре изделий каркаса удастся получить широкое разнообразие объемно-планировочных решений для зданий различного назначения, конфигурации и высоты.

Создание набора изделий фасадов для образования лоджий, эркеров, ризалитов, пилястр и т. п. позволит создать выразительные пластические архитектурные решения. Таким образом, при создании унифицированного кар-

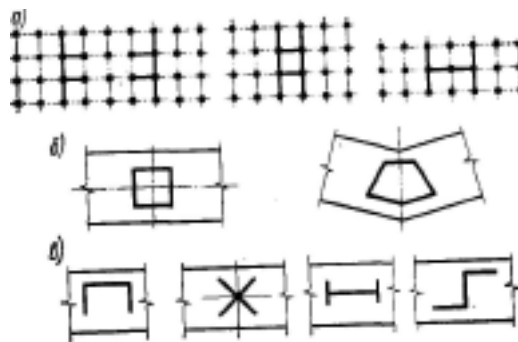


Рис. XV. 13. Варианты компоновки пространственных связевых систем:

а — диафрагмы жесткости; б — ядра жесткости; в — сочетания стен жесткости

каса удалось получить каталог изделий, из которых могут собираться разнообразные здания и сооружения (т. е. здесь в значительной мере преодолеваются противоречия между архитектурным творчеством и индустриальностью конструкции).

В отношении вариабельности сборный железобетонный каркас при этих условиях перестает уступать традиционному стальному, обладая значительными экономическими преимуществами и высокой индустриальностью.

Перспективным направлением, которое значительно расширяет возможности сборного унифицированного каркаса, являются его сочетания с монолитным железобетоном, выполняемым наиболее индустриальными методами, например в подвижной опалубке (рис. XV. 14). Применение индустриального монолитного железобетона для таких элементов каркаса, как пространственные ядра жесткости, позволяет не только наиболее рациональным путем обеспечить жесткость (что становится сложнее с возрастанием высоты здания), но и открывает новые возможности для создания интересных архитектурных решений.

Проведенные проектные проработки показывают, что такая конструкция каркаса может применяться для зданий высотой до 40 ... 50 этажей.

Принципиальное конструктивное решение унифицированного сборного

железобетонного каркаса с монолитными ядрами жесткости, выполняемыми индустриальными методами, позволило использовать каркас в условиях высокой сейсмичности. Разработаны унифицированные решения монолитных ядер жесткости различных размеров и конфигурации с использованием индустриальной металлической опалубки.

Сборный железобетонный унифицированный каркас (рис. XV.15) колонны. Колонны каркаса приняты сечением 400х400 мм, высотой на два-три этажа. Такие колонны по своей несущей способности при обычном армировании могут применяться в зданиях высотой не более 16 этажей.

Серьезную инженерную задачу представляет выполнение колонн для нижних этажей, нагрузки на которые достигают 15 000 ... 20 000 кН. Для увеличения несущей способности колонн под большие нагрузки есть несколько путей: развитие сечений колонн до размеров 60х60, 80х80 см и т. д.; повышение марки бетона; применение в колоннах жесткой несущей арматуры. При больших нагрузках целесообразно сечение со стальным сердечником.

Узел сопряжения ригеля с колонной. Традиционным решением узла, общепринятым в каркасах промышленных и гражданских зданий, служит опирание ригеля на выступающую консоль. Такая конструкция узла мало

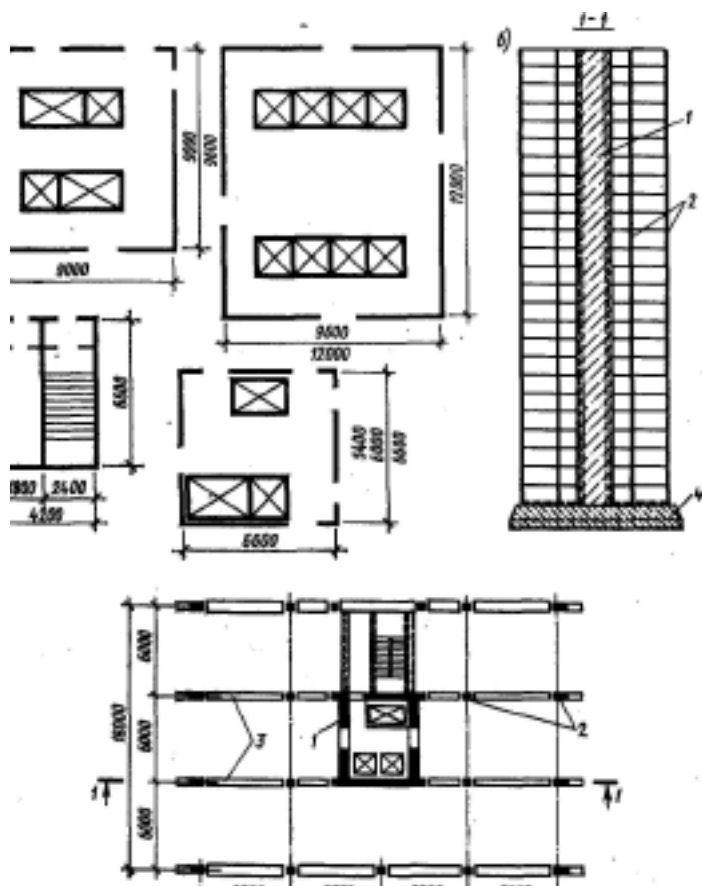


Рис. XV. 14. Конструктивные схемы каркасных зданий с монолитными ядрами жесткости: а — варианты компоновки ядер жесткости; б — проект 26-этажного жилого дома в Москве; 1 — монолитное ядро жесткости; 2 — колонны каркаса; 3 — ригели; 4 — фундамент

приемлема в гражданских сооружениях, так как значительно ухудшает интерьеры помещений.

В отличие от традиционного узла в унифицированном каркасе сопряжение ригеля с колонной решено со «скрытой консолью» (рис. XV. 16).

Ригели каркаса — предварительно напряженные высотой 45 см, таврового сечения, что определяется стремлением осуществить надежное опирание плит перекрытий и одновременно обеспечить наименьшую возможную высоту выступающей части ригеля. Ширина ригеля понизу принята по архитектурным соображениям равной ширине колонн (благодаря этому в интерьере ригель с колонной воспринимается как единая рама).

Ригель широкомодульного каркаса с повышенными нагрузками на перекрытие выполняется аналогичной конструкции, но высотой 60 и 90 см (см. рис. XXII.4).

Стенки жесткости представляют собой поэтажные железобетонные стены толщиной 18 см, с полками, заменяющими полки ригелей, и без них, жестко связанные с колоннами. Такая диафрагма жесткости работает на восприятие как вертикальных, так и горизонтальных ветровых нагрузок по схеме консольной составной балки, защемленной в фундаменте. Нагрузки передаются на них перекрытиями, представляющими собой жесткие горизонтальные диски.

Конструкции междуэтажных перекрытий. Перекрытия в зданиях с унифицированным каркасом выполняются из многопустотных настилов. Высота настила 22 см, пустоты диаметром 16 см (см. рис. XXII.2). Перекрытия должны обеспечивать жесткость и неизменяемость здания в горизонтальной плоскости и осуществлять передачу и распределение усилий от ветровых нагрузок на стенки жесткости. Для превращения сборного перекрытия в жесткий горизонтальный диск закладные детали свариваются, швы заливаются бетоном. Замоноличенные раствором шпонки воспринимают сдвига-

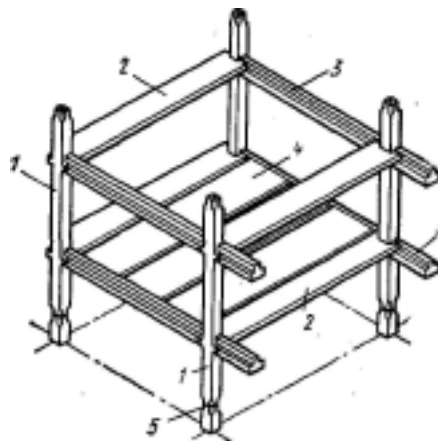


Рис. XV. 16. Сборный железобетонный унифицированный каркас:

1 — колонна сечением 400Х400; 2 — настил-распорка; 3 — ригель таврового сечения; 4 — настил перекрытия; 5 — стык колонн

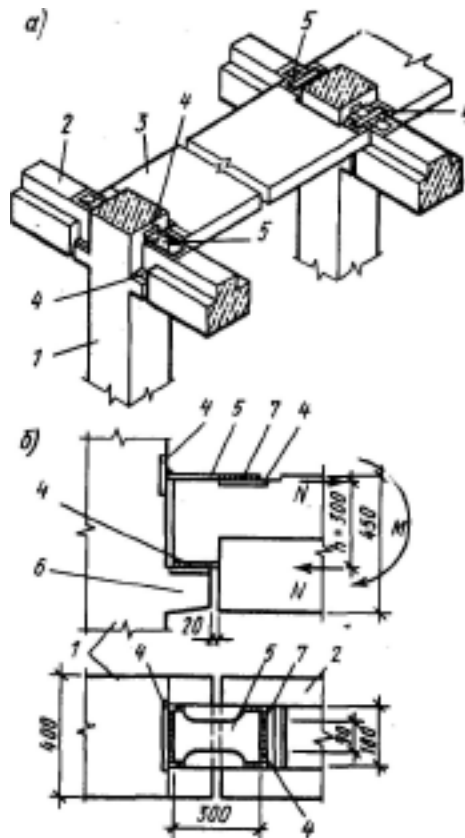


Рис. XV.16. Узел опирания ригеля на колонну в унифицированном каркасе:

а — общий вид узла; б — конструкция и расчетная схема узла; 1 — колонна; 2 — ригель; 3 — настил-распорка; 4 — закладные детали; 5 — верхняя накладка; 6 — «скрытая консоль» колонны; 7 — сварные швы

ющие касательные усилия, возникающие между настилами при работе жесткого диска перекрытия. При таком замоноличивании перекрытия прочность и жесткость его достаточны для передачи горизонтальных нагрузок на связевые диафрагмы при расстоянии между ними в пределах до 30... 36 м и более. Важной составной частью перекрытия служат плиты, расположенные по осям колонн в направлении, перпендикулярном ригелям, и являющиеся распорками между колоннами. Эти элементы обеспечивают жесткость и устойчивость колонн в монтажный период и вместе с тем благодаря соединению с колоннами участвуют в работе перекрытия как жесткого диска, выполняя роль поясов горизонтальной балки-диска перекрытия.

Распорки выполняются в виде ребристого корытообразного элемента (см. рис. XXII.2), который своими ребрами опирается на полки ригеля и крепится к нему с помощью сварки закладных деталей. Корытообразная форма настила-распорки с тонкой (толщиной всего 3 см) плитой между ребрами позволяет, удаляя плиту, располагать на этих участках вертикальные санитарно-технические коммуникации (размещение которых в зданиях повышенной этажности, особенно из сборного железобетона, всегда представляет сложную задачу).

В тяжелом каркасе перекрытия выполняются из ребристых настилов пролетом 6 и 9 м. Такое решение обусловлено повышенными полезными нагрузками на перекрытия до 20 кН/м^2 , что потребовало развить высоту ребер настилов до 400 мм. Применение ребристых настилов упрощает размещение вертикальных и горизонтальных санитарно- и электротехнических коммуникаций, что весьма важно в производственных зданиях со сложным технологическим оборудованием.

Конструктивная форма настилов для пролета 9 м выбрана в виде 2Т (см. рис. XXII.3). Ширина настилов 3 м. Сопоставления показали, что по расходу бетона и стали такой тип на-

стила примерно на 15 % выгоднее, чем коробчатый настил.

Компоновка каркаса. Практика многоэтажного строительства показывает, что вопросам рациональной компоновки каркасов зачастую не уделяется достаточного внимания. Можно наблюдать значительную разнотипность ячеек и относительно большое разнообразие принятых шагов, препятствующее типизации элементов каркаса: отклонения от оптимального по экономической целесообразности шага — 6 м, приводившие к увеличению расхода стали и к усложнению конструктивных форм элементов каркаса; недостаточно четкую компоновку остова по вертикали, выражающуюся в смещении осей колонн по вертикали, в устройстве так называемых «подвесных» колонн, что также приводит к неоправданному увеличению расхода стали (рис. XV. 17).

Вместе с тем даже -при достаточно сложных технологических требованиях, при сложной объемно-планировочной компоновке удается достичь четкости, найти органичное их сочетание с конструктивным решением, сократить количество модульных ячеек каркаса до трех-четырех, ограничиться двумя-тремя высотами этажей и т. п. Об этом говорят, в частности, примеры решения таких сложных сооружений, как Общесоюзный телецентр, больничные комплексы, учебные институты, лабораторные корпуса и др., рассмотренные ниже. На рис. XV. 18 показаны условные примеры компоновки каркасов зданий и перекрытий, а также возможные варианты размещения лестничных клеток.

Диафрагмы жесткости следует распределить равномерно по плану здания. Примеры рациональной компоновки диафрагм жесткости приведены на рис. XV. 13. Диафрагмы применяют одной высоты с сохранением основных геометрических размеров поперечных сечений по всей высоте. Допускается не доводить на один-два этажа диафрагмы жесткости до покрытия.

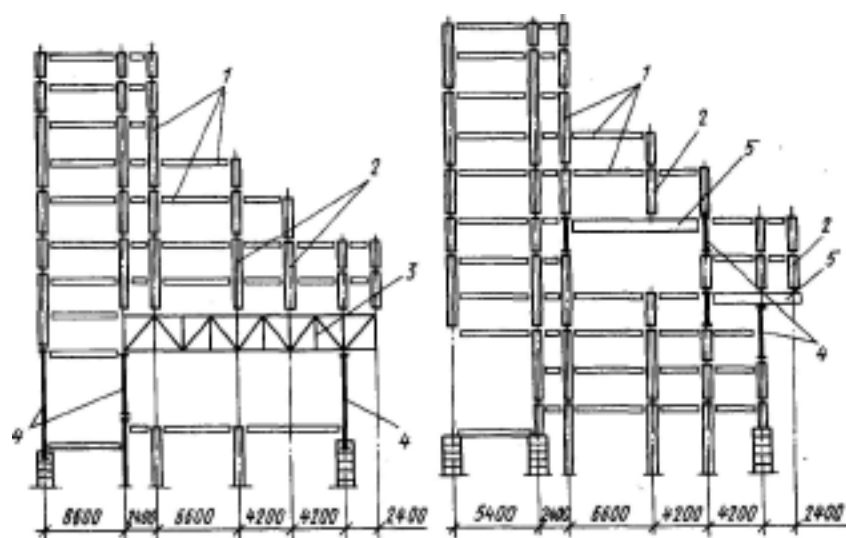


Рис. XV. 17. Пример неудачной компоновки с устройством «подвесных» колонн:

1 — элементы сборного железобетонного каркаса; 2 — «подвесная» колонна; 3 — стальная ферма; 4 — стальные колонны; 5 — стальная балка

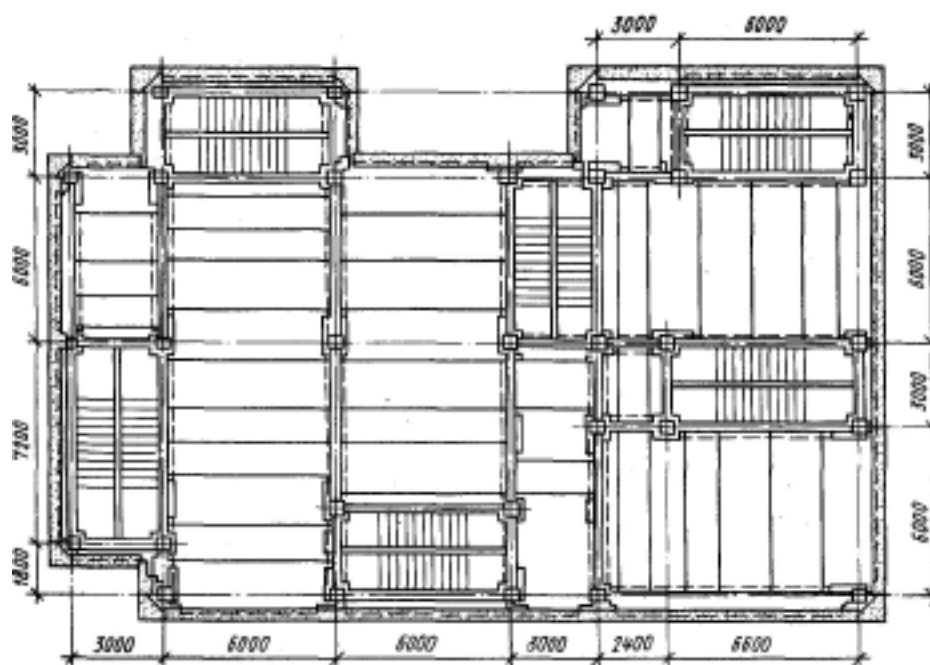
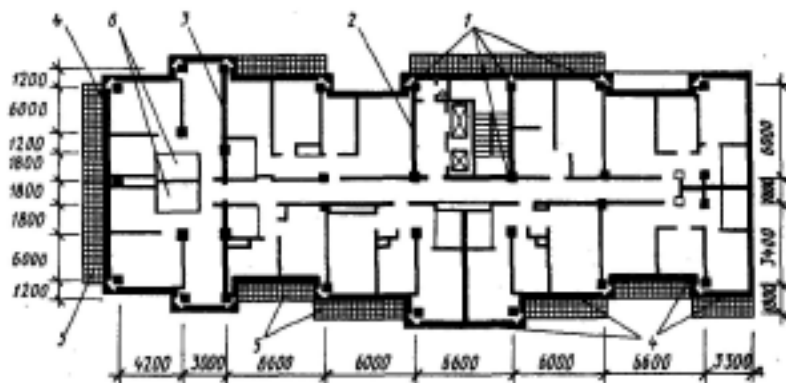


Рис. XV. 18. Обобщенный пример компоновки каркаса и возможные варианты размещения лестниц

Рис. XV.20. Каркас-но-панельные жилые дома на ул. Марксистской в Москве. План типового этажа: 1 — колонны; 2 — пространственное ядро жесткости; 3 — плоская диафрагма жесткости; 4 — керамзитобетонные панели; 5 — лоджии; 6 — сантехкабины



ных, учебных, больничных комплексов, крупных гостиниц.

Жилые дома. В центральной части Москвы на ул. Марксистской с применением унифицированного каркаса построен крупный комплекс 16-этажных жилых домов (рис. XV.20). В первых этажах размещаются встроенно-пристроенные магазины, предприятия обслуживания. Над магазинами предусмотрен технический этаж, позволяющий собрать воедино все инженерные системы (отопление, водоснабжение, канализация).

Каркас здания запроектирован в виде поперечных рам с основными шагами 6 и 6,6 м. Для поперечного направления приняты пролеты от 1,8 до 6,6 м, позволившие создать необходимый по демографическим требованиям набор квартир и пластически выразительный силуэт дома. Диафрагмы жесткости образованы сборными стенами лестничного узла (пространственные диафрагмы жесткости) и межквартирными стенами на ширину дома (плоские диафрагмы жесткости).

Односекционный каркасный 25-этажный дом в Хорошево-Мневниках (рис. XV.21) построен с центральным монолитным ядром жесткости. В монолитном стволе размером в плане 9х9 м размещены лифты и инженерные коммуникации — мусоропроводы, вентблоки, система дымоудаления и др. По сравнению со сборными элементами, необходимыми для решения той же технической задачи, монолит-

ное ядро дало экономию стали на 25 % и снизило суммарную трудоемкость конструкции на 15 %.

Вертикальный ствол здания, имеющего в плане размеры 26х26 м, обстроен колоннами из изделий унифицированного сборного каркаса; в целях повышения уровня индустриальное™ применены укрупненные элементы перекрытий — настилы размером 3Х6,6 м. Укрупненная модульная ячейка каркаса позволила получить рациональную, экономически выгодную планировку квартир.

Административные здания. Здание Дома Советов РСФСР на Краснопресненской набережной (рис. XV.22) может служить примером подхода к проектированию крупных уникальных сооружений на основе унифицированного сборного железобетонного каркаса в сочетании с панельными индивидуальными наружными ограждениями. Этот принцип позволил коренным образом изменить характер строительства уникальных зданий — осуществлять их на высоком индустриальном уровне и одновременно создавать индивидуальный, присущий только данному сооружению архитектурно-художественный образ. Каркас высотной части сформирован из поперечных рам с шагом 6,6 м. Пролеты ригелей 7,8 и 5,4 м. Торцы дома решены скругленными, с использованием индивидуальных элементов перекрытий при унифицированных сборных колоннах и ригелях каркаса.

Здание высотой 25 этажей выполнено в индустриальных конструкциях с монолитными пространственными ядрами жесткости и с навесными индивидуальными керамзитобетонными панелями, облицованными в заводских условиях камнем. Такое решение стен является не отходом от принципа Единого каталога, а, напротив, его развитием. Для практической реализации такого направления на заводах строительной промышленности создаются соответствующие производства, специализированные на изготовлении индивидуальных изделий фасадов и архитектурных деталей. Распространение

этого принципа на строительство подобных сооружений в Москве позволило по сравнению с решениями высотных зданий 50-х годов получить значительную экономию стали, затрат труда, стоимости.

Лечебные учреждения. Доминантой всей композиции зданий ВНИИонцентра АМН СССР в Москве является 22-этажная башня, в которой размещены палатные отделения. Она решена в виде трех сочлененных объемов и имеет две оси симметрии в планировке и в конструкциях (рис. XV.23). Скругленность крыльев здания достигается оригинальным приемом — последова-

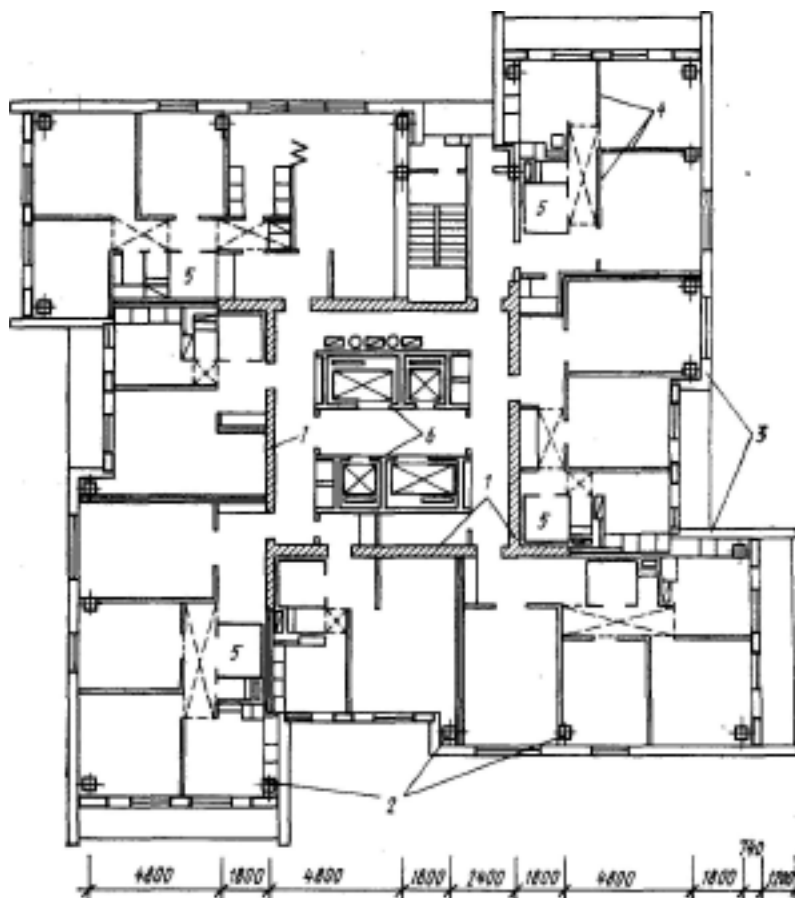


Рис. XV.21. Каркасно-панельный 25-этажный жилой дом с монолитным ядром жесткости: План типового этажа:

1 — монолитное ядро жесткости; 2 — колонны каркаса; 3 — керамзитобетонные панели; 4 — панельные гипсобетонные перегородки; 5 — объемные сантехкабины; S — объемные тубинги лифтовых шахт

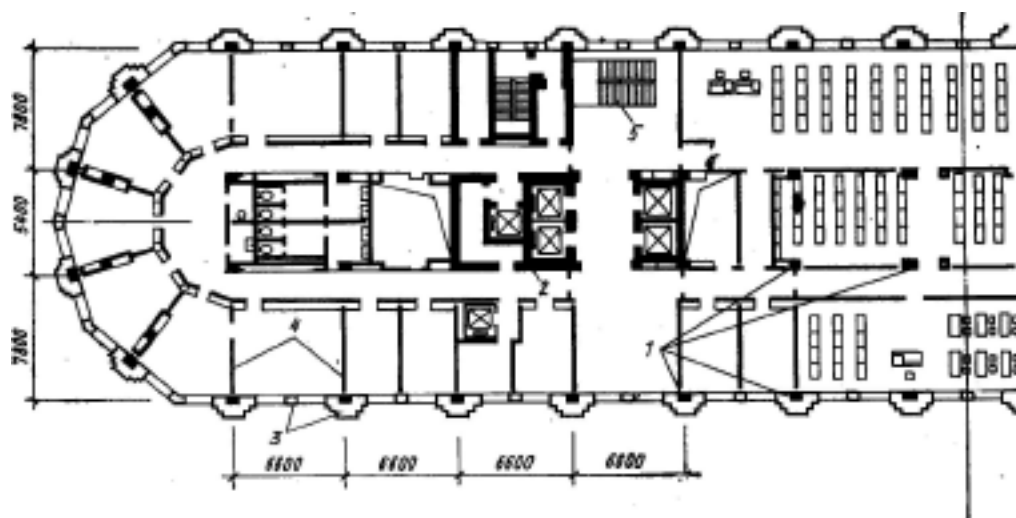


Рис. XV.22. Административное здание на Краснопресненской набережной:

1 — колонны каркаса; 2 — пространственное ядро жесткости; 3 — навесные керамзитобетонные панели с каменной облицовкой; 4 — гипсобетонные панельные перегородки; 5 — лестничные марши

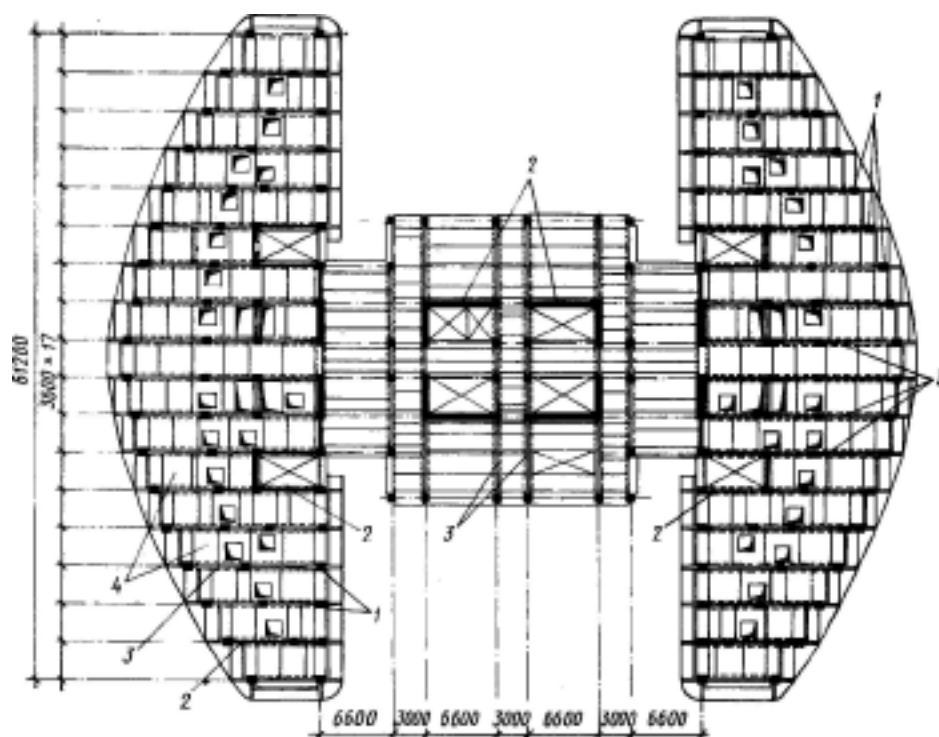


Рис. XV.23. Всесоюзный научно-исследовательский онкологический центр на Каширском шоссе. Конструктивная схема 22-этажного корпуса:

1 — колонны; 2 — пространственные системы диафрагм жесткости; 3 — ригели; 4 — настилы перекрытий